



Prodhyc inc.

Les professionnels d'hydraulique

AMÉNAGEMENT DE LA RIVIÈRE ROMAINE

ASPECTS GLACIOLOGIQUES DE LA ZONE ESTUARIENNE



Rapport final no. 2006-003

Septembre 2006



Prodhyc inc.

Les professionnels d'hydraulique

AMÉNAGEMENT DE LA RIVIÈRE ROMAINE

ASPECTS GLACIOLOGIQUES DE LA ZONE ESTUARIENNE



Rapport final no. 2006-003

Septembre 2006

Équipe de réalisation :

Hydro-Québec :

Responsable du mandat : Mme Isabelle Thériault
Unité conception aménagements de production
Hydraulique et géotechnique

Géomatique : Mme Kathleen Montour
Conseillère en SIRS

Environnement : Mme Danielle Messier
Direction Environnement et Services techniques

Prodhyc inc. :

Ingénieur de projet : M. Francis Therrien, ing., Ph.D.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
LISTE DES TABLEAUX	ii
LISTE DES FIGURES	iii
LISTE DES ANNEXES	v
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 DONNÉES DISPONIBLES	2
2.1 BATHYMÉTRIE	2
2.2 HYDROLOGIE	2
2.3 HYDRAULIQUE.....	3
2.3.1 Niveau d'eau.....	3
2.3.2 Vitesse d'écoulement	4
2.4 PHYSICO-CHIMIE DE L'EAU DE LA ZONE DE L'EMBOUCHURE	4
2.4.1 Température de l'eau, conductivité et salinité.....	4
2.4.2 Panache d'eau douce	5
2.5 CLIMATOLOGIE	5
2.5.1 Température de l'air	5
2.5.2 Vent.....	5
2.6 COUVERTURE DE GLACE	6
2.6.1 Cartographie des glaces	6
2.6.2 Épaisseur des glaces.....	6
3.0 MÉTHODOLOGIE	6
3.1 HIVER GLACIOLOGIQUE	6
3.2 ÉPAISSEUR DES GLACES	7
3.3 ÉVOLUTION DES GLACES.....	8
3.4 MARÉE.....	8
3.5 PANACHE D'EAU DOUCE.....	8
4.0 RÉSULTATS	9
4.1 RÉGIME DES GLACES EN CONDITIONS ACTUELLES	9
4.1.1 Caractéristiques des glaces dans le chenal de Mingan.....	9
4.1.2 Caractéristiques des glaces de la zone de l'embouchure	10
4.1.3 Caractéristiques de l'onde de marée	11
4.1.3.1 Onde de marée en période libre de glace	11
4.1.3.2 Onde de marée en présence de glace	12
4.1.4 Patron d'écoulement en hiver	13
4.1.5 Épaisseur des glaces.....	14
4.1.6 Panache d'eau douce.....	14
5.0 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS	14
RÉFÉRENCES	16



LISTE DES TABLEAUX

NUMÉRO	TITRE	PAGE
2.1	Débits mensuels, annuels et extrêmes journaliers observés à la station 073801 de la rivière Romaine	17
2.2	Disponibilité des données marégraphiques	18
2.3	Températures mensuelles, annuelles et extrêmes journaliers observés et reconstitués à la station 7043018 de Havre Saint-Pierre	19
2.4	Vents maxima au Havre Saint-Pierre (station 7043018)	20
2.5	Statistiques glaciologiques associées aux imagettes de la zone de l'embouchure de la rivière Romaine	21
2.6	Zone de l'embouchure de la rivière Romaine Sondages de glace de mars 2006	22
2.7	Zone de l'embouchure de la rivière Romaine Épaisseurs des couches de glace sondées en mars 2006	23
3.1	Hivers glaciologiques observés et reconstitués à la station 7043018 havre saint-pierre A	24
3.2	Zone de l'embouchure de la rivière Romaine Estimation du coefficient empirique de la loi de Stefan	25
4.1	Harmoniques des marées observées à la station EROM0721 de la zone de l'embouchure de la Romaine en étiages hivernal et estival	26
4.2	Zone de l'embouchure de la rivière Romaine Mesures de courant et de la salinité en mars 2006	27
4.3	Épaisseurs probables de la glace solide dans la zone de l'embouchure de la rivière Romaine en conditions actuelles	28



LISTE DES FIGURES

NUMÉRO	TITRE
1.0	Complexe de la Romaine Situation du projet
2.1	Complexe de la Romaine Carte bathymétrique de la zone de l'embouchure de la rivière Romaine
2.2.1	Complexe de la Romaine Relevé topo des seuils sur la rivière Romaine (relevés par GPS en septembre 2001) – photo du 5 septembre 2004
2.2.2	Complexe de la Romaine Relevé topo des seuils sur la rivière Romaine (relevés par GPS en septembre 2001) – photo du 4 juillet 1999
2.3.1	Complexe de la Romaine Relevé topo des seuils sur la rivière Aisley (relevés par GPS en septembre 2001) – photo du 5 septembre 2004
2.3.2	Complexe de la Romaine Relevé topo des seuils sur la rivière Aisley (relevés par GPS en septembre 2001) – photo du 4 juillet 1999
2.4	Rivière Romaine Débits classés d'après leur fréquence, station 073801
2.5	Rivière Romaine Débits classés d'après leur fréquence, hiver - station 073801
2.6	Complexe de la Romaine - Zone de l'embouchure de la rivière Romaine Localisation des verticales de mesure
2.7	Zone de l'embouchure de la rivière Romaine Limites des glaces et localisation des mesures de salinité (12 janvier 2005)
2.8	Complexe de la Romaine Délimitation de la nouvelle glace dans les zones des embouchures des rivières Mingan et Romaine
2.8.1	Complexe de la Romaine - Zone de l'embouchure de la rivière Mingan Nouvelle glace, observations du 9 décembre 2005
2.8.2	Complexe de la Romaine - Zone de l'embouchure de la rivière Romaine Nouvelle glace, observations du 9 décembre 2005 (1 de 2)
2.8.3	Complexe de la Romaine - Zone de l'embouchure de la rivière Romaine Nouvelle glace, observations du 9 décembre 2005 (2 de 2)

LISTE DES FIGURES (suite)

NUMÉRO	TITRE
2.8.4	Complexe de la Romaine - Zone de l'embouchure de la rivière Aisley Nouvelle glace, observations du 9 décembre 2005
2.9	Complexe de la Romaine Couvert de glace à l'embouchure de la rivière Romaine – 31 janvier 2002
2.10	Complexe de la Romaine Couvert de glace à l'embouchure de la rivière Romaine – 7 mars 2003
2.11	Complexe de la Romaine Identification des discontinuités dans le couvert de glace à l'embouchure de la rivière Romaine (30 janvier 2006)
2.12	Complexe de la Romaine Couvert de glace, hiver 2005
2.13	Complexe de la Romaine Localisation des profils glaciologiques (mars 2005)
3.1	Zone de l'embouchure de la rivière Romaine Températures moyennes journalières à la station 7043018 Hiver 2004-2005
3.2	Zone de l'embouchure de la rivière Romaine Températures moyennes journalières à la station 7043018 Hiver 2005-2006
3.3	Chronogramme des hivers glaciologiques à Havre Saint-Pierre
3.4	Hivers glaciologiques à Havre Saint-Pierre Loi log-Pearson III – Rigueur des hivers : 67 années
4.1	Zone de l'embouchure de la Romaine Données aux étales des marées (16/07 – 20/07, 2005)
4.2	Relation entre les écarts des étales des basses mers aux stations EROM0721 et EROM0868 et les apports de la rivière Romaine pour la période allant du 4 juin au 3 novembre 2005
4.3	Zone de l'embouchure de la rivière Romaine Relation étale de basse mer – débit d'eau douce à la station EROM0721
4.3.1	Zone de l'embouchure de la rivière Romaine Relation étale de basse mer – débit d'eau douce en hiver à la station EROM0721
4.4	Zone de l'embouchure de la rivière Romaine Données aux étales des marées (18/02 – 30/03, 2005)



LISTE DES FIGURES (suite)

NUMÉRO	TITRE
4.5	Zone de l'embouchure de la rivière Romaine Marée de vive eau en hiver et en été
4.6	Zone de l'embouchure de la rivière Romaine Marée de morte eau en hiver et en été
4.7	Zone de l'embouchure de la rivière Romaine Courbe de fréquence des étales de basse mer à la station EROM0721, pour les hivers 2003-04 et 2004-05 (360 valeurs)

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE	TITRE
A	Annexe photographique
B	Analyses harmoniques à pas de temps horaire pour les périodes allant : <ol style="list-style-type: none"> 1. du 14 août au 13 septembre 2001 2. du 21 août au 20 septembre 2003 3. du 8 septembre au 8 octobre 2004 4. du 28 février au 29 mars 2004 5. du 17 juillet au 16 août 2005 6. du 18 février au 20 mars 2005
C	Caractéristiques des étales des pleines mers et des basses mers, en période avec et sans couvert de glace, aux stations EROM0721 et EROM09868
D	Zone estuarienne de la rivière Romaine, imageries de 1985 à 2005



1.0 INTRODUCTION

Dans le cadre de l'avant-projet du complexe de la rivière Romaine, Hydro-Québec projette de construire 4 centrales hydroélectriques totalisant 1500 MW sur le cours de la rivière Romaine (figure 1). L'exploitation de ces centrales modifiera le régime hydrologique naturel de la rivière et son cycle de restitution des eaux à l'embouchure de la rivière.

Or la rivière Romaine se jette dans le golfe du Saint-Laurent à proximité de la réserve de parc national du Canada de l'Archipel-de-Mingan (figure 1). Les autorités du parc se sont montrées inquiètes sur les changements que le complexe de la Romaine pourraient avoir sur la qualité et la productivité des eaux à l'embouchure de la rivière Romaine et leurs répercussions sur les espèces et communautés qui dépendent, fréquentent ou se reproduisent dans le parc, de même que sur les fonctions écosystémiques du chenal de Mingan. On réfère ici à la portion du chenal de Mingan délimitée par l'île du Havre de Mingan à l'Ouest, le pourtour externe des îles de l'archipel de Mingan au centre et la Pointe aux Morts à l'Est.

Donc l'un des enjeux du projet est de bien connaître et comprendre les aspects physiques de l'influence des eaux douces issues des rivières Romaines et Mingan sur l'écologie du chenal de Mingan. La présente étude s'intéresse plus particulièrement à la description des aspects glaciologiques de la zone de l'embouchure de la rivière Romaine en conditions actuelles, soit avant aménagement du complexe de la Romaine.

La zone de l'embouchure de la rivière Romaine est comprise entre la rive côtière et une ligne plus ou moins mobile englobant la pointe Paradis à l'Ouest, l'île la Grosse Romaine au centre Sud et la pointe à Aisley à l'Est.

Outre la proximité de l'archipel de Mingan, le peuplement de zostères au Sud de la pointe à Aisley et la pratique de la pêche blanche dans la baie de la rivière Aisley sont des objets de préoccupation environnementale.

Les aspects glaciologiques abordés dans cette étude sont :

- la circulation de l'eau en hiver dans la zone de l'embouchure,
- et l'étendue du panache d'eau douce sous couverture de glace.

Afin d'adresser ces préoccupations, plusieurs données physiques ont été rassemblées. Ces données concernent la climatologie, l'hydrologie, l'hydraulique de la rivière et l'hydrodynamique de la zone de l'embouchure.

Les données disponibles sont regroupées dans le chapitre 2. La méthodologie est présentée au chapitre 3. Les résultats font l'objet du chapitre 4. Une discussion suit au chapitre 5.



2.0 DONNÉES DISPONIBLES

2.1 Bathymétrie

La bathymétrie disponible du secteur étudié est montrée sur la figure 2.1. Elle a été réalisée à l'aide des minutes hydrographiques du Service hydrographique du Canada dans le chenal de Mingan et des relevés rassemblés par l'unité Géomatique, relevés techniques et gestion des données de la Direction Services techniques d'Hydro-Québec dans la zone de l'embouchure de la rivière Romaine.

Aux débouchés de la chute de l'Auberge et de la Fausse Chute, on rencontre des fosses atteignant respectivement 25 m et 15 m de profondeur. Ces fosses résultent de l'érosion par les courants sous la dune de frasil, celle-ci réduisant considérablement la section d'écoulement en hiver.

La topographie de la partie asséchée des seuils de la Chute de l'Auberge et de la Fausse Chute est montrée sur les figures 2.2.1 et 2.2.2. Les relevés topographiques ont été réalisés le 7 et le 9 septembre 2001, alors que les débits à la station 073801 étaient respectivement estimés à 160 m³/s et 153 m³/s. Sur la figure 2.2.1, les points relevés sont superposés à l'orthophoto prise le 5 septembre 2004, alors que le débit à la station 073801 était de 189 m³/s. Sur la figure 2.2.2, les points relevés sont superposés à l'orthophoto prise le 4 juillet 1999, alors que le débit à la station 073801 était de 243 m³/s.

Le 9 septembre 2001, la ligne d'eau relevée indique que la dénivelée de la Chute de l'Auberge était de 0,47 m environ, de la cote 0,20 m en tête de la chute à l'amont à la cote -0,27 m à son pied en aval.

Les relevés du seuil de la Fausse Chute indique que sa crête est à la cote 3,09 m et l'orthophoto du 4 juillet 1999 montre qu'aucun écoulement n'y passe lorsque les débits à la station 073801 sont de 243 m³/s, soit de l'ordre de 268 m³/s à l'embouchure.

Les relevés des seuils à l'embouchure de la rivière Aisley sont montrés sur les figures 2.3.1 et 2.3.2. Le point bas du seuil à l'embouchure de la rivière Aisley est à la cote 4,67 m environ. Sur la figure 2.3.1, les points relevés sont superposés à l'orthophoto prise le 5 septembre 2004, alors que sur la figure 2.3.2, les points relevés sont superposés à l'orthophoto prise le 4 juillet 1999. L'orthophoto du 4 juillet 1999 montre qu'il n'y a pas d'écoulement par le bras de la Aisley lorsque le débit de la rivière Romaine est de l'ordre de 268 m³/s à son embouchure.

2.2 Hydrologie

Les apports de la rivière Romaine sont enregistrés à la station 073801 exploitée par le ministère de l'Environnement. Cette station est située à 15,5 kilomètres (PK 15,5) à l'amont de son embouchure (PK 0). Les données disponibles couvrent la période allant du 1^{er} octobre 1956 jusqu'au 2 mai 2006, avec 35 valeurs manquantes entre le 10 juillet et



le 13 août 1960. Le débit annuel moyen de la rivière Romaine est estimé à 295 m³/s (tableau 2.1).

La superficie du bassin versant de la rivière Romaine à la hauteur de la station 073801 est estimée à 13 140 km², tandis que celle du bassin versant total de la rivière Romaine à l'entrée de la zone de l'embouchure est évaluée à 14 470 km². Entre la station 073801 et l'embouchure, la rivière Romaine reçoit les apports de la rivière Puyjalon, qui draine un bassin versant d'une étendue de 1 220 km². En moyenne, les débits à l'embouchure sont environ 10% plus élevés que ceux enregistrés à la station 073801.

Comme le montre la figure 2.4, les débits de la rivière Romaine sont normalement de l'ordre de 75 m³/s en fin d'hiver, 1100 m³/s à la fin de mai ou au début de juin, 250 m³/s en été (août-septembre) et environ 315 m³/s en octobre. Le plus faible étiage hivernal appartient à l'hiver 1992-1993 avec un débit moyen au cours des mois de janvier, février et mars de 41 m³/s (figure 2.5). D'ailleurs, au cours des hivers de 1985 à 1998, les débits étaient systématiquement inférieurs à la valeur moyenne de 75 m³/s. D'autre part, au cours des hivers 1957-58 et 1969-70, les débits se sont maintenus à des valeurs élevées, atteignant des pointes journalières supérieures à 300 m³/s (348 m³/s le 2 janvier 1958, 402 m³/s le 14 mars 1958, 354 m³/s le 30 décembre 1969 et 340 m³/s le 5 février 1970).

2.3 Hydraulique

2.3.1 Niveau d'eau

Hydro-Québec exploite des marégraphes en rive droite à la hauteur de l'auberge de jeunesse (PK-0,1) et sur les îles de Mingan, l'un à l'extrémité nord de La Grande Île et l'autre à l'extrémité nord de l'île Niapiskau. L'identification, la position et les périodes de données disponibles à ces stations apparaissent dans le tableau 2.2.

Hydro-Québec exploite aussi deux stations limnimétriques à quelques kilomètres à l'amont de l'embouchure de la rivière Romaine. Les identificateurs de ces stations sont EROM0690 et ROMA0665.

La station EROM0690 est située au PK 1.25 de la rivière Romaine, à l'amont immédiat des Rapides à Brillant, au confluent des passages vers la Chute de l'Auberge et la Fausse Chute. Les données de niveaux d'eau y sont disponibles pour la période allant du 3 juin 2003 au 16 février 2006 avec des absences entre le 17 novembre 2004 et le 19 février 2005.

La station ROMA0665 est située au PK 5.2 de la rivière Romaine, à 1,5 km à l'amont du confluent de la Romaine avec la rivière Aisley (PK 3,5). Les données de niveaux d'eau y sont disponibles pour la période allant du 11 novembre 1999 au 31 décembre 2003, avec des absences entre le 12 juillet 2001 et le 31 décembre 2002.



2.3.2 Vitesse d'écoulement

La campagne de mesure des vitesses d'écoulement et de leur direction dans la zone de l'embouchure de la rivière Romaine a été réalisée entre le 1^{er} et le 7 mars 2006 (réf. 2). Les mesures ont été faites en continu le long de 10 verticales localisées sur la figure 2.6. Des mesures équivalentes ont été faites à ces 10 emplacements lors de l'été 2005, soit :

- vis-à-vis la Pointe Aisley, localisé par le point 15 sur la figure 2.6;
- vis-à-vis la Pointe Paradis, au droit du point 34;
- au point de référence 01E60 (point 41);
- à l'ancienne station EROM0058 (points 20 et 22);
- dans la fosse au pied de la Chute de l'Auberge (point 55);
- à l'entrée des chenaux ouest et centre, aux points 36 et 40;
- à l'extrémité nord de la Grosse Île, au point 50
- et dans le chenal est traversant dans la zone des zostères (point 9).

Un instrument électromagnétique de marque InterOcean de type S4 a été utilisé pour les mesures. La précision des vitesses mesurées est de ± 1 cm/s ou 2 % de la lecture et celle des directions est de $\pm 2^\circ$. La méthodologie suivie consistait à percer le trou de sondage dans lequel le S4 était inséré de façon continue, à un rythme ne dépassant pas 10 cm/s. Les verticales étaient d'abord réalisées de la couverture de glace jusqu'au lit, et ensuite reprises du lit jusqu'à la couverture de glace, pour des conditions de marées ascendante (flot) et descendante (jusant).

Parce que les conditions de glace n'y permettaient pas un accès sécuritaire pour les équipes de terrain, les mesures au point 9 dans la zone des zostères ont été abandonnées. De plus, compte tenu de l'épaisseur de frasil mesuré au point 55 au pied de la Chute de l'Auberge (6.5 m environ), il a été impossible de descendre le S4 sous la couche de frasil et d'obtenir les mesures cherchées.

2.4 Physico-chimie de l'eau de la zone de l'embouchure

2.4.1 Température de l'eau, conductivité et salinité

Deux campagnes de mesure de la température, de la conductivité et de la salinité de l'eau de la zone de l'embouchure de la rivière Romaine ont été réalisées. La première a été faite le matin du 12 janvier 2005 et la seconde, entre le 1^{er} et le 7 mars 2006 (réf. 2 et figure 2.6). La localisation et les mesures de la campagne de 2005 sont montrées sur la figure 2.7.

Parce que les conditions de glace en mars 2006 n'y permettaient pas un accès sécuritaire pour les équipes de terrain, les mesures au point 9 dans la zone des zostères ont été abandonnées. De plus, compte tenu de l'épaisseur de frasil mesuré au point 55 au pied de la Chute de l'Auberge (près de 7 m), il a été impossible de descendre le S4 sous la couche de frasil et d'obtenir les mesures cherchées.

L'étude du régime thermique de l'eau du cours principal de la Romaine (réf. 9) conclut que la température de l'eau entrant dans la zone de l'embouchure de la Romaine est à 0 °C en hiver.

2.4.2 Panache d'eau douce

La trace de l'eau douce en surface en hiver a été observée à travers l'étendue de la nouvelle glace formée les matins du 15 décembre 2004 et du 9 décembre 2005. Les photographies numéros 1 à 11 de l'annexe A ont été prises le 15 décembre 2004. Celles du 9 décembre 2005 sont associées aux photos 12 à 15 de l'annexe A (réf. 3).

La délimitation de la nouvelle glace dans le secteur de la rivière Romaine a été réalisée par survol hélicoptéré à l'aide d'un GPS (Garmin) (fig. 2.8). Le survol a été fait à 15 m d'altitude environ afin de pouvoir suivre correctement la limite de la nouvelle glace sans toutefois briser cette dernière. La précision des points relevés au GPS est d'environ 10 m.

La délimitation des panaches des rivières Mingan et Romaine montrée sur la figure 2.7 a été faite le 12 janvier 2005 par survol hélicoptéré en suivant les traces des différentes formations de glace présentes sur la surface de l'eau. Celle de la rivière Mingan montrée sur les figures 2.8 et 2.8.1 a été faite à partir de l'interprétation des photographies prises le 9 décembre 2005.

2.5 Climatologie

2.5.1 Température de l'air

Le régime historique des températures journalières de l'air dans la zone de l'embouchure de la rivière Romaine a été établi pour la période allant d'octobre 1914 à avril 2006 en utilisant les données des températures de l'air aux stations de Natashquan (7045400), Havre Saint-Pierre (7043012, 7043017 et 7043018) et au PK 52,1 de la rivière Romaine (ROMA0730) (tableau 2.3).

En moyenne annuelle, la température de l'air est de 1,1 °C. Le mois de janvier est le mois le plus froid, avec une température moyenne de -13,3 °C. En général, les températures inférieures au point de congélation de l'eau sont observées entre les mois de novembre et d'avril.

2.5.2 Vent

Comme le montre le tableau 2.4 tiré de la référence 4, les plus forts vents observés au Havre Saint-Pierre proviennent de la mer, soit des directions Est et Ouest. La direction Ouest est en moyenne à l'origine des plus forts vents. Les vents maxima provenant des terres (Nord) et du Sud sont généralement plus faibles que ceux provenant des directions Est et Ouest. Les îles de l'archipel de Mingan forment probablement un écran devant le Havre Saint-Pierre contre les vents du Sud.



2.6 Couverture de glace

2.6.1 Cartographie des glaces

Suite à une recherche d'images Landsat de 1984 à 2005, 21 images Landsat ont été jugées de qualité suffisante pour déterminer la présence ou l'absence de glace dans la zone de l'embouchure de la rivière Romaine (réf. 5, tableau 2.5 et annexe D).

Parmi ces 21 images, trois ont fait l'objet d'un traitement numérique des couleurs afin de mettre en évidence les discontinuités dans le couvert de glace. Il s'agit des images du 31 janvier 2002, du 7 mars 2003 et du 30 janvier 2006. Les images de 2003 et de 2006 ont été retenues non seulement pour leur qualité graphique, mais aussi parce qu'elles sont concomitantes avec des campagnes de relevés de glace sur le terrain. Ces trois images sont montrées sur les figures 2.9, 2.10 et 2.11 respectivement.

Trois survols de la zone de l'embouchure de la Romaine ont été faits lors de l'hiver 2004-2005. L'état des glaces lors de ces survols est montré sur la figure 2.12.

Le 26 janvier 2006 et le 7 mars 2006, deux cartographies des glaces avec survol photographique de la zone de l'embouchure de la rivière Romaine ont été réalisées. Celle du 7 mars 2006 a été complétée par des sondages de glace. Ces informations sont présentées dans les références 2 et 6.

2.6.2 Épaisseur des glaces

En mars 2005, plusieurs mesures de l'épaisseur du couvert de glace ont été faites dans la zone de l'embouchure de la rivière Romaine (figure 2.13).

Entre le 1^{er} et le 7 mars 2006, 13 points du couvert de glace ont été sondés (tableau 2.6). Huit de ces points ont été visités en périodes de jusant et de flot. Comme le montre le tableau 2.7, la description des différentes couches de glace est sujette à interprétation. Toutefois, l'épaisseur totale de glace peut généralement être estimée à 3 cm près.

3.0 MÉTHODOLOGIE

3.1 Hiver glaciologique

La période hivernale est définie comme étant la période durant laquelle le cumul des températures de l'air est décroissant. Le cumul est fait sur une période de 12 mois commençant le premier juillet pour se terminer le 30 juin suivant. Comme l'illustrent les figures 3.1 et 3.2 pour les hivers 2004-2005 et 2005-2006, les premier et dernier jours de l'hiver sont définis comme étant les valeurs maximale et minimale du cumul. La différence entre les valeurs cumulées des températures de l'air au début et à la fin de l'hiver détermine la rigueur de l'hiver. La durée de l'hiver est le nombre de jours entre les dates de début et de fin. La froidure de l'hiver est la température moyenne de l'hiver, obtenue en divisant la rigueur par la durée.



Un hiver sera qualifié de froid ou doux, de clément ou rigoureux ou de long ou court selon que sa froidure, sa rigueur et sa durée s'éloignent de plus ou moins un écart type de leur valeur moyenne respective.

Le tableau 3.1 présente l'historique des hivers glaciologiques pour les hivers de 1914-1915 à 2005-2006. Dans la zone de la zone de l'embouchure de la rivière Romaine, la rigueur d'un hiver moyen est de 1382 °C-jour de gel.

Comme le montre la figure 3.3, l'évolution de la rigueur des 67 hivers documentés depuis 1914 est cyclique, avec des maximums au début des années 1920 et 1990 et des minimums apparents au milieu des années 1950 et 2000.

L'intervalle de récurrence des hivers est calculé en utilisant la loi log-Pearson-3. Un hiver de récurrence centennale aurait une rigueur de 1938 °C-jours de gel (figure 3.4).

3.2 Épaisseur des glaces

Sur les plans d'eau calme, la progression du champ de glace se fait au rythme des échanges thermiques avec l'atmosphère (réf. 7). Ces échanges thermiques à la surface du champ de glace dépendent de plusieurs paramètres tel que la température de l'air, la présence de neige et l'intensité des vents. Les mesures en nature montrent qu'il est possible d'obtenir une bonne estimation de l'épaisseur de glace sur un plan d'eau calme en la reliant uniquement avec la température de l'air, la plus accessible des données météorologiques.

Cette relation est celle de Stefan et s'exprime comme suit :

$$h = 0,035 \alpha \sqrt{S} \quad (1)$$

où :

h est l'épaisseur de la glace (m),

S est l'indice de gel (°C-jours de gel) et

α est un coefficient empirique qui tient compte de tous les autres facteurs négligés.

Un coefficient empirique de 0,6 reproduit de façon acceptable les épaisseurs mesurées dans les secteurs des points 15, 22, 36 et 50 lors des campagnes de 2005 et de 2006 (tableau 3.2). La valeur de ce coefficient décrit, par expérience, des conditions moyennes sur une nappe d'eau calme en présence de neige (réf. 8), ce qui représente bien la zone de l'embouchure de la rivière Romaine.

La prédiction des épaisseurs probables de glace pour plusieurs intervalles de récurrence se fait à partir de l'étude statistique des rigueurs des hivers (figure 3.4) et de la relation 1 (réf. 8).



3.3 Évolution des glaces

Les processus de formation, d'évolution et de départ des glaces dans la zone de l'embouchure de la rivière Romaine et dans le chenal de Mingan sont décrits à partir des observations. Ces observations ponctuelles sont corrélées avec le pourcentage d'avancement de l'hiver, défini comme étant le rapport entre l'indice de gel au moment de l'observation et la rigueur de l'hiver correspondant (tableau 2.5).

3.4 Marée

L'analyse précise des marées nécessite que les enregistrements du niveau de la mer soient décomposés systématiquement en leurs diverses composantes, possédant chacune une amplitude spécifique et une période cyclique particulière. Seulement quelques composantes expliquent presque toute la variation de l'amplitude des marées dans la zone de l'embouchure de la rivière Romaine pendant un mois. La plus importante est la composante lunaire principale (M2, semi-diurne, 12,42 h) associée à l'attraction gravitationnelle de la Lune. Les autres composantes sont la composante Lune/Soleil principale K1 d'un cycle lunaire par jour (due à la déclinaison de la Lune et du Soleil, diurne, 23,935 h), la composante solaire principale S2 (associée à l'attraction gravitationnelle du Soleil, semi-diurne, 12,0 h), la composante lunaire principale O1 (liée à la seule déclinaison de la Lune, diurne, 25,819 h), la composante lunaire elliptique N2 (due à la variation de la distance Terre-Lune pendant un mois, semi-diurne, 12,659 h) et la composante lunaire mensuelle MM (27,57 jours).

Le rapport des amplitudes donné par $(K1+O1)/(M2+S2)$ détermine le type de marée. Lorsque le rapport est inférieur à 0,25, la marée est dite semi-diurne. Si le rapport varie entre 0,25 et 1,50, la marée est dite mixte à prédominance semi-diurne. Entre 1,5 et 3, la marée est dite mixte à prédominance diurne. Finalement, si le rapport est supérieur à 3, la marée est dite diurne.

L'amortissement de l'onde de marée en hiver et en été est calculée par comparaison des amplitudes des harmoniques dominantes des marées observées lors des périodes caractérisées par l'état de la marée, la stabilité du débit de la rivière Romaine et la disponibilité des données.

La relation entre le débit de la rivière Romaine et la marée dans la zone de l'embouchure est établie par la comparaison entre les niveaux d'eau dans la zone de l'embouchure à l'étales des basses mers et les débits de la rivière à ces moments particuliers.

La comparaison des signaux de marée aux stations placées dans la zone de l'embouchure et dans le chenal de Mingan permet d'apprécier le déphasage de l'onde de marée entre ces différents points.

3.5 Panache d'eau douce

En moyenne, l'hiver glaciologique commence le 8 novembre (tableau 3.1) tandis que la température de l'eau de la rivière Romaine atteint 0 °C deux semaines plus tard, soit vers



la fin de novembre (réf. 9). En décembre toutefois, l'importante masse d'eau dans la zone de l'embouchure de la rivière Romaine et dans le chenal de Mingan est encore à une température voisine mais supérieure au point de congélation de l'eau douce.

Les profils de salinité observés dans la zone de l'embouchure de la Romaine et dans le chenal de Mingan montrent que l'eau dans la couche de surface est moins salée que celle trouvée en profondeur (réf. 2). Or les apports d'eau douce de la rivière Romaine sont à l'origine des eaux de surface de la zone de l'embouchure et du chenal de Mingan.

Ainsi, à l'arrivée de la nuit et avec la chute des températures de l'air, l'absence de rayonnement solaire et l'augmentation des pertes de chaleur entre l'eau et l'air provoquent le gel d'une partie de la couche superficielle d'eau douce de la zone de l'embouchure et du chenal de Mingan. L'étendue de cette nouvelle glace délimite donc l'extension maximale du panache d'eau douce au cours de la durée de la nuit, qui, sur une période de 12 heures, couvre un cycle de flot et de jusant.

4.0 RÉSULTATS

4.1 Régime des glaces en conditions actuelles

4.1.1 Caractéristiques des glaces dans le chenal de Mingan

La formation du couvert de glace dans le chenal de Mingan s'amorce par l'établissement d'un pont de glace dans l'axe entre le Barchois à Montpetit sur la Grande Île et l'île La Grosse Romaine (réf. 5, imagerie du 20 mars 2002). Les glaces dérivantes soit s'empilent contre ce pont de glace pour faire progresser le couvert vers l'Ouest (fig. 2.9) ou soit passent sous le pont pour continuer leur dérive vers l'Est. À l'Est de ce pont de glace, le couvert de glace se forme par l'accumulation et le gel des plaques de glace formées sur place ou dérivantes de l'Ouest.

Les glaces sont évacuées du chenal de Mingan par les passages de part et d'autre de l'île Niapiskau. Le passage de l'Est est le chenal de Niapiskau, généralement ouvert depuis un point situé à mi-chemin entre les îles La Petite Romaine et l'île Niapiskau. Le passage vers le Sud débute à la hauteur des pointes adjacentes des îles Quarry et Niapiskau (voir la figure 2.12 pour la localisation des îles).

Habituellement, le chenal de Mingan est couvert de glace vers la fin de janvier, à environ plus de 50 % de l'avancement de l'hiver glaciologique. Dès le début d'avril ou à plus de 90 % de l'avancement de l'hiver, le chenal est généralement libre de glace.

Parmi toutes les imageries disponibles (tableau 2.5), seule celle du 12 mars 2005 montre que la limite du bord frontal la plus à l'Ouest a été observée dans l'axe entre la Pointe du Curé et La Grande Île (voir aussi la figure 2.10). La glace couvrait alors le chenal de Mingan depuis la terre jusqu'aux îles de l'archipel de Mingan à l'Ouest et de La Grande Île jusqu'à l'Île du Havre incluse au Sud. Les deux passages de part et d'autre de l'île Niapiskau étaient à cette date couverts de glace. L'hiver 2004-2005 se distingue des autres hivers par une emprise plus étendue du couvert de glace dans le chenal de Mingan.



Ces conditions exceptionnelles d'englacement ne sont pas liées aux caractéristiques glaciologiques de l'hiver 2004-2005, puisque ce dernier est normal ou moyen en termes de rigueur, de durée et de froidure. Elles mettent en évidence que le vent ou la production de glace au large influent sur les conditions de glace aux îles de l'archipel de Mingan.

4.1.2 Caractéristiques des glaces de la zone de l'embouchure

La glace de berge apparaît en premier dans la zone de l'embouchure. En début d'hiver, la Fausse Chute et la Chute de l'Auberge génèrent de la glace qui s'accumule dans la zone de l'embouchure, particulièrement dans la zone 1 montrée sur la figure 2.11. La surface de cette zone est hummockée, ce qui montre qu'elle s'est formée d'une façon dynamique sous l'action des apports d'eau douce, des marées et du vent. Une fois devenue solide, cette zone devient un pont de glace contre lequel s'empilent les glaçons produits par les chutes de la Romaine.

Le soulèvement de ce pont par le frasil déposé sous sa surface (6,5 m de frasil au point 55 et 5,3 m de frasil au point NVPT02 ont été mesurés les 3 et 4 mars 2006, tableau 2.7 et figure 2.6) et la juxtaposition des glaçons à son bord frontal font progresser le couvert dans la zone de la fosse (zone 8 montrée sur la figure 2.11). La progression est telle qu'en cours d'hiver, le couvert de glace peut recouvrir complètement la Chute de l'Auberge, par où passe tout le débit d'hiver de la rivière Romaine. Une fois recouverte, la chute cesse de produire de la glace.

En mars 2006, on a mesuré des épaisseurs de 5,3 m et de 6,5 m de frasil dans la fosse à l'aval de la chute de l'Auberge. L'année précédente, aucune trace de frasil n'a été relevée dans cette fosse. Les mesures de 2005 et de 2006 n'ont pu permettre d'observer du frasil partout ailleurs dans la zone de l'estuaire. La présence et la quantité de frasil dans l'estuaire varient considérablement d'un hiver à l'autre dépendamment des débits de la rivière Romaine, de la température de l'air et de la présence ou non de la couverture de glace sur les chutes et rapides.

Dans les secteurs peu profonds de la zone de l'embouchure, la glace se forme d'une façon statique et s'épaissit jusqu'à s'appuyer sur le lit. Sa surface est plutôt lisse et circonscrite par une fissure de marée (zone 5, figure 2.11).

Une première fissure de marée sépare la glace de berge immobile du couvert de glace déplacé par la marée. Une deuxième fissure, parallèle et généralement espacée de 6 m environ de la première, permet au couvert de glace plus au large de suivre les mouvements ascendant et descendant des cycles de marée sans se déformer (réf. 7). Ces deux fissures sont présentes à plusieurs endroits dans la zone de l'embouchure de la rivière Romaine, notamment dans la baie de la rivière Aisley, fréquentée par les motoneigistes (pêche blanche).

Poussées par les vents dominants, les glaces du large s'empilent de l'Ouest vers l'Est sur le bord frontal établit entre l'île La Grosse Romaine, les Rochers de Granite, les écueils et



la pointe Paradis. Aucune autre direction de dérive des glaces du large n'est observée dans la zone de l'embouchure de la rivière Romaine.

La zone 2 montrée sur la figure 2.11 est couverte d'une glace transparente dont l'épaississement est lié principalement aux échanges thermiques entre l'eau et l'air.

La zone 9 (fig. 2.11) est la seule zone libre de glace observée en mars 2006 dans la zone de l'embouchure. Du frasil a été observé en sortie du bord frontal amont de la zone 9 en mars 2006.

4.1.3 Caractéristiques de l'onde de marée

Six périodes de 30 jours ont été retenues pour l'analyse des harmoniques des marées de la zone de l'embouchure de la rivière Romaine (station EROM0721) : deux en présence d'un couvert de glace et quatre en période libre de glace. Durant ces périodes, les apports de la rivière Romaine étaient relativement constants (figures B-1 à B-6 de l'annexe B).

Le tableau 4.1 présente un sommaire des principales composantes de la marée. On retrouvera les données et les résultats détaillés des analyses dans l'annexe B.

Comme le montre le tableau 4.1, la composante M2 explique entre 55 à 60 % de l'amplitude maximale observée des marées à la station EROM0721 (1,15 m). La marée dans la zone de l'embouchure de la rivière Romaine est de type mixte à prédominance semi-diurne.

4.1.3.1 Onde de marée en période libre de glace

Dans la zone de l'embouchure, l'amplitude et la phase des principales composantes M2, O1 et S2 de la marée ne sont pas significativement modifiées par des apports d'eau douce variants entre 133 et 168 m³/s en période libre de glace (tableau 4.1). L'examen des enregistrements des niveaux d'eau présenté ci-après confirme ce constat.

Du 4 mai au 4 novembre 2005, les étales des pleines mers à la station de la zone de l'embouchure (EROM0721) ont été en moyenne de 0,08 m inférieurs aux étales des pleines mers enregistrées à l'extrémité Nord de La Grande Île (EROM0868) (tableau C-4.1 de l'annexe C). Cette valeur moyenne a peu varié (écart type de 6 cm seulement) même si les apports de la rivière Romaine ont oscillé entre des extrêmes de 1660 m³/s le 13 mai 2005 et 97,6 m³/s le 12 août 2005. En période libre de glace, les niveaux des pleines mers dans la zone de l'embouchure sont toujours de quelques centimètres inférieurs à ceux au large, indépendamment des marées (vive eau, morte eau, pleines mers supérieures ou inférieures) et des apports d'eau douce de la rivière Romaine (crue printanière, pluie, étiage).

L'étales des pleines mers dans la zone de l'embouchure est en retard sur celui au large. Le retard moyen calculé est de 7,7 minutes, avec un écart type de plus ou moins 28 minutes. Considérant la cadence d'échantillonnage aux 15 minutes et la variation lente des niveaux

d'eau lors des étales, on considère en pratique qu'il n'y a pas de déphasage entre les étales des pleines mers dans la zone de l'embouchure et au large.

Du 7 juin au 1^{er} septembre 2005, les apports de la rivière Romaine à la station 073801 ont été systématiquement inférieurs à 500 m³/s. Pendant cette période, le niveau des basses mers dans la zone de l'embouchure s'est maintenu à 0,01 m plus haut que celui au large (écart type de 0,04 m). Le déphasage entre les moments d'observation des étales dans la zone de l'embouchure et au large (dans le chenal de Mingan) a été estimé à 22 minutes (écart type de 24 minutes). En pratique, les niveaux des étales des basses mers dans la zone de l'embouchure sont les mêmes qu'au large, mais ils sont observés en moyenne après un retard d'environ 30 minutes. À titre d'illustration, la figure 4.1 présente les caractéristiques des étales des marées pour la sous-période allant du 16 au 20 juillet 2005.

Du 4 mai au 4 novembre 2005, les niveaux des basses mers au large ont varié entre les cotes -1,02 m et -0,01 m, avec une valeur moyenne de -0,52 m. Si les niveaux des basses mers dans la zone de l'embouchure étaient indépendants des apports d'eau douce, ils auraient varié dans le même registre. La figure 4.2 montre qu'à des apports inférieurs à 400 m³/s, les écarts entre les niveaux des basses mers dans la zone de l'embouchure et au large sont faibles en période libre de glace.

La relation entre les niveaux des basses mers dans la zone de l'embouchure et les apports d'eau douce montrée sur la figure 4.3 a été construite à partir des enregistrements disponibles pour la période allant du 12 juin 2001 au 18 avril 2005. Elle montre que les débits d'apports influent sur les niveaux des basses mers à partir d'une valeur supérieure à environ 450 m³/s, ce qui confirme l'ordre de grandeur, à la précision des jaugeages près, de la valeur précédemment obtenue de 400 m³/s.

4.1.3.2 Onde de marée en présence de glace

En présence d'un couvert de glace, l'amplitude et la phase de la principale composante M2 de la marée diffèrent de celles obtenues en période libre de glace. La présence de fissures de marées évite la mise en pression du champ de glace lors du passage de la marée. L'amortissement de l'onde de marée se fait essentiellement par la rugosité supplémentaire que la glace introduit dans la section d'écoulement et non pas par l'effet de la rigidité du couvert de glace.

Du 18 février au 30 mars 2005, il y a très peu de différences entre les étales des pleines mers dans la zone de l'embouchure et au large (figure 4.4 et tableau C-4.3 de l'annexe C). On calcule que les niveaux des pleines mers sont de 0,08 m plus élevés dans la zone de l'embouchure qu'au large (écart type de 0,08 m) et que le déphasage entre ces deux points est de l'ordre de 2 minutes (écart type de 19 minutes). Ces conditions sont similaires à celles observées en périodes libres de glace.

Pour les étales des basses mers toutefois, l'amortissement de l'onde de marée atteint 0,27 m en moyenne (écart type de 0,17 m). L'étales des basses mers est observé en moyenne 50 minutes plus tard (écart type de 19 minutes) dans la zone de l'embouchure qu'au large (fig. 4.4 et tableau C-4.4 de l'annexe C).



Les figures 4.5 et 4.6 permettent de comparer la déformation de l'onde de marée avec ou sans la présence d'un couvert de glace, pour des marées de vive et de morte eau, en présence d'apports d'eau douce de 86,5 m³/s (hiver) et de 134 m³/s (été) respectivement. Elles montrent que l'onde de marée ne se déforme qu'en hiver durant la basse mer, avec une déformation nettement plus marquée en période de vive eau qu'en période de morte eau.

4.1.4 Patron d'écoulement en hiver

Rivière Aisley

Les observations du 9 décembre 2005 montrent que lorsque les débits à la station 073801 sont de l'ordre de 360 m³/s, l'écoulement dans la rivière Aisley est faible, sinon, à toutes fins pratiques, nul. En effet, la photo 16 montre la nature transparente de la nouvelle glace dans la rivière Aisley à son confluent avec la rivière Romaine, ce qui suppose un écoulement très lent ou nul. De plus, les photos 14 et 15 illustrent l'englacement du seuil de la rivière Aisley à son entrée dans la zone de l'embouchure de la rivière Romaine. Il n'y a pas d'évidences d'écoulement sur le seuil. D'ailleurs, l'état du seuil le 9 décembre 2005 est similaire à celui illustré sur la figure 2.3 où aucun écoulement n'était observé.

En conditions actuelles, il n'y a pas d'écoulement dans la rivière Aisley en hiver.

Rivière Romaine

Lors de la campagne de mars 2006 (réf. 2), on a observé que l'écoulement dans la zone de l'embouchure se concentre dans les 5 chenaux apparaissant sur la figure 2.6. La renverse des courants a été observée dans le chenal Ouest (points de sondage 34 et 36) et dans le chenal central au point 20 (figure 2.6 et tableau 4.2). Au point 50 à l'extrémité nord de l'île La Grosse Romaine, l'écoulement se renverse dans l'axe Est-Ouest. Pour les autres points sondés, les mesures indiquent un écoulement en direction du large durant le jusant et le flot.

L'énergie requise pour faire pénétrer l'eau de mer dans la zone de l'embouchure par ces deux voies est la même, car les vitesses mesurées durant le flot sont semblables (15 cm/s dans le chenal Ouest et 14 cm/s dans le chenal central au point 20). D'ailleurs, il n'y a pas de stratification saline au point de mesure 36.

Les vitesses mesurées au jusant révèlent toutefois que la vidange de l'eau douce se fait surtout par le chenal central (50 cm/s) parce que l'énergie requise en sortie du chenal Ouest (18 cm/s) est semblable à celle nécessaire en entrée (15 cm/s). Outre la faible salinité observée à tous les points de mesure sous le couvert de glace (<0,3 psu), la colonne d'eau présente une nette stratification saline à entre 0,5 m à 1,5 m sous le couvert de glace. La salinité augmente brusquement d'une valeur de 7 psu environ à 13 psu lorsque que le lit est à moins de 2,7 m sous la glace et jusqu'à 30 psu pour un lit plus profond. L'accumulation et le transport de l'eau douce se font donc dans une tranche d'eau de 0,5 m à 1,5 m d'épaisseur sous le couvert de glace.



Le chenal Est du côté de la Pointe Aisley coule toujours en direction du large en hiver. Lors du flot toutefois, l'écoulement y est très lent (5 cm/s).

On a reconstitué les débits dans les chenaux de la zone de l'embouchure en s'assurant que le bilan des volumes d'eau en entrée et en sortie est égal aux apports d'eau douce de la période du 3 au 7 mars 2006 (60 m³/s). Ce bilan a été fait aux points 15, 20, 22, 36 et 40 et vérifié aux points 15, 20, 22, 34 et 41. On remarque dans le tableau 4.2 que le chenal de la Pointe Aisley (point 15) et celui adjacent au chenal Ouest à la Pointe Paradis (points 40 et 41) participent peu à l'évacuation des débits hors de la zone de l'embouchure durant le flot mais que leur contribution durant le jusant est significative.

4.1.5 Épaisseur des glaces

L'épaisseur probable des glaces solides (blanche et transparente) dans la zone de l'embouchure de la Romaine pour différentes périodes de retour est donnée dans le tableau 4.3.

Normalement, l'épaisseur de la glace solide en fin d'hiver varie entre 0,71 m et 0,85 m. Lors d'un hiver rigoureux, l'épaisseur de la glace solide dépasse rarement 0,90 m. Il serait par ailleurs exceptionnel d'observer en fin d'hiver des épaisseurs de glace solide inférieures à 0,60 m.

4.1.6 Panache d'eau douce

Le panache d'eau douce (ou l'étendue de la nouvelle glace) a été observé le 15 décembre 2004, le 12 janvier 2005 et le 9 décembre 2005. À ces dates, les apports d'eau douce de la Romaine à la station 073801 étaient estimés à 111 m³/s, 97 m³/s et 360 m³/s. Sauf pour l'observation de janvier 2005, il est possible que les débits d'eau douce entrant dans la zone de l'embouchure soient légèrement supérieurs aux débits enregistrés à la station 073801 à cause des apports intermédiaires. Toutefois, ces trois observations montrent que les panaches des rivières Mingan et Romaine ne se rejoignent pas (fig. 2.8). De même, l'extension du panache d'eau douce de la Romaine ne traverse pas le chenal Mingan en direction de la Grande Île, de l'Île à la proie ou des autres îles de l'archipel Mingan, probablement en raison du sens de l'écoulement général dans le chenal de Mingan qui forme une barrière tendant à faire dériver le panache vers l'Ouest (fig. 2.8).

5.0 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

Cette étude a décrit la circulation de l'eau en hiver et l'étendue du panache d'eau douce sous couverture de glace dans la zone de l'embouchure de la rivière Romaine en conditions actuelles. Les faits saillants de l'étude sont résumés ci-après.

En période libre de glace, les niveaux des pleines mers dans la zone de l'embouchure sont toujours de quelques centimètres inférieurs à ceux au large, indépendamment des marées et des apports d'eau douce de la rivière Romaine. Le déphasage entre les étales des pleines mers dans la zone de l'embouchure et au large est imperceptible. Les niveaux des



étales des basses mers dans la zone de l'embouchure sont les mêmes qu'au large lorsque les apports d'eau douce sont inférieurs à 450 m³/s. Ils sont toutefois observés après un retard d'environ 30 minutes en moyenne.

En présence d'un couvert de glace, l'amortissement de l'onde de marée se fait essentiellement par la rugosité supplémentaire que la glace introduit dans la section d'écoulement et non pas par l'effet de la rigidité du couvert de glace. Les conditions (niveaux d'eau et déphasage) aux étales des pleines mers en hiver demeurent similaires à celles observées en période libre de glace. Cependant, à l'étales des basses mers, l'amortissement de l'onde de marée atteint 0,27 m en moyenne. Dans la zone de l'embouchure, il est observé en moyenne 50 minutes plus tard qu'au large.

Par conséquent, l'onde de marée ne se déforme qu'en hiver durant la basse mer, avec une déformation nettement plus marquée en période de vive eau qu'en période de morte eau.

Il n'y a renverse des courants dans la direction Nord-Sud que dans les chenaux Ouest (Pointe Paradis) et central. À l'extrémité nord de l'île La Grosse Romaine (point 50), l'écoulement se renverse dans l'axe Est-Ouest. Pour les autres points sondés, les mesures indiquent un écoulement en direction du large durant le jusant et le flot. L'accumulation et le transport de l'eau douce se fait dans une tranche d'eau de 0,5 m à 1,5 m d'épaisseur sous le couvert de glace.

Il n'y a pas d'écoulement en hiver sur les seuils de la Fausse Chute et de la rivière Aisley.

Normalement, l'épaisseur de la glace solide en fin d'hiver varie entre 0,71 m et 0,85 m. Lors d'un hiver rigoureux, l'épaisseur de la glace solide dépasse rarement 0,90 m. Des épaisseurs de glace solide inférieures à 0,60 m ou supérieures à 0,90 m sont exceptionnelles.



RÉFÉRENCES

1. Thériault, I. *Complexe de la Romaine – Étude d'impact sur l'environnement, hydraulique, hydrologie et hydrodynamique*. Communications de janvier 2006.
2. Gosselin, Y. et als. *Rivière Romaine – Mesures des vitesses d'écoulement, profils CTD et cartographie des glaces de la zone de l'embouchure de la rivière Romaine (du 1^{er} au 7 mars 2006)*. Hydro-Québec Équipement, Unité Géomatique, relevés techniques et gestion des données, Captage et traitement des données à référence spatiale – Hydrométrie, Direction Services techniques, mai 2006.
3. Gosselin, Y. et als. *Rivières Romaine et Mingan – Délimitation de la nouvelle glace dans les zones estuariennes (9 décembre 2005)*. Hydro-Québec Équipement, Unité Géomatique, relevés techniques et gestion des données, Captage et traitement des données à référence spatiale – Hydrométrie, Direction Services techniques, mai 2006.
4. Thériault, I., *Calcul des vents, vagues, perrés et revanches hydrauliques des digues et barrages du complexe Romaine – Note technique (préliminaire) – Étude d'avant-projet phase 2*. Hydro-Québec Équipement, Unité Conception Hydraulique et géotechnique, HQ-DPPE-HG-RA-2005-0028-01, DS-2004-0017-03-31, novembre 2005.
5. Montour, K., *Complexe de la Romaine – Étude des glaces à l'embouchure de la rivière Romaine – Recherche d'images Landsat de 1984 à 2005 – document de travail*. Hydro-Québec Équipement, Unité Géomatique, relevés techniques et gestion des données, Captage et traitement des données à référence spatiale, 0344-hq-074-060118, janvier 2006.
6. Gosselin, Y. et als. *Rivière Romaine – Cartographie des glaces de la zone de l'embouchure de la rivière Romaine (26 janvier 2006)*. Hydro-Québec Équipement, Unité Géomatique, relevés techniques et gestion des données, Captage et traitement des données à référence spatiale – Hydrométrie, Direction Services techniques, mai 2006.
7. Carte, D., *Guide pratique pour le calcul des forces exercées par la glace*. Rapport d'étude préparé pour Hydro-Québec, Direction Ingénierie, Hydraulique et géotechnique, octobre 2001.
8. Michel, B., *Winter régime of rivers and lakes*. Corps of Engineers, U.S. Army, Hanover, New Hampshire, April 1971.
9. Therrien, F. et als., *Régime d'hiver de la rivière Romaine – Description des conditions actuelles et futures – Rapport d'étape du 15 mars 2005*. Hydro-Québec Équipement, Unité Conception Hydraulique et géotechnique, HQ-DPPE-HG-RA-2005-0013-01, DS-2004-0017-08-30, figure 4.2.5, mars 2005.



TABEAU 2.1
DÉBITS MENSUELS, ANNUELS ET EXTRÊMES JOURNALIERS
OBSERVÉS À LA STATION 073801 DE LA RIVIÈRE ROMAINE

Année	Débit mensuel (m³/s)												Maximum journalier (m³/s)	Date	Minimum journalier (m³/s)	Date	Débit annuel (m³/s)
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre					
1956	---	---	---	---	---	---	---	---	---	269	184	155					
1957	85.1	63.6	63	59.8	275	1170	513	238	191	315	216	179	1700	05 juin	57.8	06 avril	281
1958	179	154	235	283	781	729	414	388	586	363	193	122	1030	31 mai	83.5	08 janvier	370
1959	84.1	64.6	61.2	92	788	775	254	130	88.1	417	407	263	2180	28 octobre	61.2	01 mars	287
1960	105	111	87	90.5	808	588	---	---	276	278	212	147	1460	19 mai	77	01 avril	---
1961	94.6	69.5	60.3	93.2	560	878	320	356	216	408	211	168	2050	01 juin	60	01 mars	287
1962	137	69.8	70.7	87.8	466	800	326	224	135	114	179	140	1380	02 juin	62.3	13 février	230
1963	79.4	63.2	51.1	92.2	798	790	606	460	244	222	321	174	1740	28 mai	46.4	09 mars	327
1964	92	68.9	58.7	92.9	737	801	376	313	198	229	158	179	1230	31 mai	54.4	14 mars	276
1965	149	83.3	93.5	59.8	632	1370	316	266	291	354	199	145	1950	09 juin	45.3	17 avril	330
1966	93.6	82.6	80.9	132	462	1320	478	424	326	486	544	382	2300	06 juin	75	06 mars	401
1967	143	98.3	70	57.2	375	872	237	260	130	193	274	166	1360	10 juin	53.5	01 mai	240
1968	81.2	75.9	65.2	225	835	679	259	287	343	300	314	177	1100	05 juin	61.7	15 mars	304
1969	118	105	92.4	83.2	338	1540	379	317	333	387	464	315	2270	09 juin	81.8	29 avril	373
1970	167	173	111	105	731	978	452	293	257	312	191	92.9	1500	22 mai	68	25 décembre	322
1971	67.1	62.7	56.9	281	1070	481	345	255	291	429	291	167	1450	15 mai	54.4	31 mars	318
1972	76.4	65.5	72.2	71.7	293	1510	415	266	288	510	184	117	2250	06 juin	59.2	15 mars	322
1973	73.7	74.2	70.3	75.7	984	772	392	218	197	282	220	196	1650	25 mai	66.5	16 avril	298
1974	118	79	67.6	69.9	410	974	381	228	190	299	179	171	1600	06 juin	62.3	24 mars	264
1975	93.9	66.3	83.1	92.6	565	890	368	282	235	217	203	180	1300	04 juin	63.4	23 février	274
1976	93.7	93.8	78.8	179	1100	585	190	361	618	338	206	132	2010	24 mai	73.3	19 mars	332
1977	107	87.2	78.3	113	857	1090	234	231	283	436	305	177	1960	26 mai	75.6	25 mars	334
1978	172	113	82.9	77.4	767	1060	355	164	228	480	192	85.1	1780	21 mai	75	05 avril	316
1979	89.5	90.1	97.9	298	919	499	423	341	346	336	282	128	1150	07 mai	60.5	01 mars	322
1980	91.8	70.8	59.5	91.5	937	919	391	361	362	414	218	122	1750	23 mai	56.2	14 avril	337
1981	92.4	147	129	131	1060	1300	391	247	167	401	266	208	2390	02 juin	84.8	02 février	380
1982	88.5	65.5	57.6	63.9	512	1100	493	245	251	180	219	116	2050	04 juin	56	27 mars	283
1983	96.7	92.3	82.9	370	1470	598	315	287	393	352	266	160	2060	04 mai	65	21 mars	375
1984	95.9	75	69.5	132	1130	869	357	200	238	217	147	98.5	1780	26 mai	67.5	04 avril	303
1985	68.1	59.2	55.4	71.2	371	676	404	350	188	275	157	85.7	1100	03 juin	53.7	06 avril	231
1986	71.3	75.9	48.4	155	689	341	374	211	286	285	149	75	855	17 mai	46.2	11 avril	231
1987	51.1	42.3	41.1	317	444	403	270	340	282	411	294	183	703	31 octobre	39.1	15 mars	258
1988	86.6	72	68.8	123	959	679	357	143	161	371	267	102	1650	24 mai	66	18 mars	283
1989	64.4	49.8	44.2	58.8	849	536	278	422	402	327	340	119	1240	21 mai	43.4	20 mars	292
1990	65.7	49.4	47.5	61.8	616	442	250	188	155	255	164	100	778	13 mai	45.4	05 mars	201
1991	62.6	55	52.5	57.9	579	701	367	189	128	246	201	83.9	1100	27 mai	51.6	13 avril	228
1992	65	55	47.8	65.2	493	448	341	347	309	293	204	76.8	872	16 mai	45.9	25 mars	229
1993	48.3	38.7	36.3	60.5	597	448	313	246	295	413	208	120	1160	23 mai	35.8	22 mars	237
1994	66.5	52.3	57	73.5	779	855	534	377	374	340	246	112	1540	22 mai	50.2	10 mars	324
1995	69.5	56.3	51.9	102	873	500	203	117	132	256	402	109	1360	25 mai	50	11 avril	240
1996	65.8	64.9	83.4	154	850	697	548	301	144	210	387	190	1210	25 mai	51.3	20 février	309
1997	88.9	67.3	59.1	63.6	757	958	417	216	285	293	219	110	1340	24 mai	57.2	15 avril	296
1998	72.2	61.8	151	173	1090	477	295	214	271	416	274	128	1680	17 mai	59.7	25 février	304
1999	84.6	70.5	105	159	1360	526	218	315	299	323	317	-173	2330	12 mai	66.4	01 mars	332
2000	85.3	64.2	60.7	163	760	856	556	250	204	182	218	149	1490	03 juin	59.4	16 mars	296
2001	116	91.2	85.2	83.3	715	371	419	197	157	305	280	173	1420	16 mai	73	12 avril	251
2002	108	77.9	119	115	396	872	444	337	325	308	223	149	1450	03 juin	74.8	20 février	290
2003	102	88.3	85.3	104	950	592	298	186	128	276	410	192	1940	22 mai	72.7	20 avril	286
2004	101	73.9	56.6	113	848	978	297	196	167	218	155	135	1490	23 mai	52.1	17 mars	278
2005	99.4	77	90.2	135	1080	407	175	136	308	261	294	266	1660	13 mai	71.5	01 mars	279
2006	170	119	91.4	203	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Maximum	179	173	235	370	1470	1540	606	460	618	510	544	382	2390	1981	84.8	1981	401
Moyenne	95.5	78.5	76.5	124	749	790	361	269	259	316	253	154	1567		61		295
Minimum	48.3	38.7	36.3	57.2	275	341	175	117	88.1	114	147	75	703	1987	35.8	1993	201

TABLEAU 2.2
DISPONIBILITÉ DES DONNÉES MARÉGRAPHIQUES

Auberge de jeunesse au PK 0,1 en rive droite
station EROM0721, lat: 50.3017°, long: 63.8153°

année	données disponibles		données manquantes	
	du	au	du	au
2001	12-06-01 12:00	23-10-01 14:00		
2002			01-01-02	31-12-02
2003	17-05-03 09:30	14-12-03 09:00		
2004	10-01-04 11:30	22-11-04 11:30		
2005	16-02-05 11:30	14-11-05 11:00	19-04-05 08:45	04-05-05 13:15

Extrémité nord de La Grande Île
station EROM0868, lat: 50.2442°, long: 63.9019°

année	données disponibles		données manquantes	
	du	au	du	au
2005	18-02-05 14:45	04-11-05 11:15	30-03-05 05:45	19-04-05 14:15

Extrémité nord de l'île Niapiskau
station EROM0869, lat: 50.2275°, long: 63.7453°

année	données disponibles		données manquantes	
	du	au	du	au
2005	20-02-05 12:45	05-11-05 05:15	22-03-05 08:45	30-04-05 13:45
			17-07-05 10:15	17-07-05 19:00
			28-09-05 08:15	28-09-05 15:00
			28-09-05 16:15	28-09-05 22:00
			30-09-05 02:15	30-09-05 06:00
			18-10-05 17:15	18-10-05 21:45
			19-10-05 05:00	19-10-05 09:15
			19-10-05 17:45	19-10-05 23:00
			20-10-05 05:30	26-10-05 21:00
			28-10-05 01:30	28-10-05 06:00
			28-10-05 13:00	28-10-05 18:15
			29-10-05 02:00	29-10-05 06:30
			29-10-05 14:45	29-10-05 18:15
			30-10-05 02:45	30-10-05 07:00
			30-10-05 15:00	30-10-05 19:30
			31-10-05 02:45	31-10-05 07:45
			31-10-05 15:15	31-10-05 20:15
			01-11-05 03:30	01-11-05 08:00
			01-11-05 16:00	01-11-05 21:15
			02-11-05 16:15	02-11-05 21:45
03-11-05 03:30	03-11-05 09:30			
03-11-05 17:30	03-11-05 21:45			
		04-11-05 05:30	04-11-05 09:30	

TABEAU 2.3
TEMPÉRATURES MENSUELLES, ANNUELLES ET EXTRÊMES JOURNALIERS
OBSERVÉS ET RECONSTITUÉS À LA STATION 7043018 DE HAVRE SAINT-PIERRE

Période	Températures mensuelles (°C)												Maximum	Minimum	Température			
	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin	journalier (°C)	date		journalier (°C)	date	annuelle (°C)
1914 1915	---	---	---	3,1	-4,9	-14,2	-14,1	-13,8	-3,5	-1,3	5,2	9,2	12,5	09/06	-28,1	25/12	---	
1915 1916	13,4	14,1	8,3	4,3	-0,6	-5,9	-16,1	-15,4	-10,0	0,1	5,9	10,7	17,3	30/07	-29,7	13/02	0,8	
1916 1917	14,3	13,4	10,2	4,1	-4,8	-4,5	-16,0	-15,9	-9,2	1,2	4,4	10,8	17,8	22/07	-27,8	23/01	0,8	
1917 1918	13,6	14,9	6,5	3,7	-3,8	-11,7	-9,3	-18,6	-13,4	-3,1	3,1	7,7	20,0	27/07	-29,2	03/02	-0,8	
1918 1919	13,3	12,4	9,4	3,4	-3,1	-11,6	-15,2	-7,1	-6,6	0,0	4,1	10,5	17,8	24/08	-23,4	06/01	0,8	
1919 1920	12,7	13,9	9,0	0,9	-2,4	-14,1	-15,0	-12,6	-9,4	-0,5	4,6	10,9	18,1	23/07	-31,1	18/12	-0,2	
1920 1921	14,2	13,3	8,4	5,0	-5,1	-9,0	-15,2	-16,1	-8,9	-2,7	5,4	10,0	22,0	11/08	-26,2	29/01	0,1	
1921 1922	14,3	11,1	8,5	3,4	-3,3	-10,0	-12,9	-18,3	-11,9	-0,3	4,1	8,8	19,2	25/07	-28,6	18/02	-0,4	
1922 1923	13,5	13,8	9,8	4,1	-3,3	-15,9	---	-18,1	-13,6	-3,3	4,3	8,8	19,2	14/07	-30,0	06/02	---	
1923 1924	13,4	12,5	9,9	5,1	0,0	-6,1	-17,6	-14,6	---	---	5,7	10,7	18,4	04/07	-24,8	04/02	---	
1924 1925	13,7	13,8	10,9	5,1	-0,9	---	-20,6	-11,7	-6,3	-1,5	5,2	10,5	18,3	14/07	-31,4	19/01	---	
1925 1926	14,4	14,3	8,2	2,1	-2,2	-8,9	-16,3	-15,0	-10,1	-2,8	4,5	9,8	19,5	27/07	-26,4	05/01	-0,1	
1926 1927	12,9	13,1	9,7	5,4	-1,9	-10,2	-11,9	-17,0	-8,6	-1,1	4,1	8,8	19,2	04/08	-28,7	20/02	0,4	
1927 1928	15,1	15,0	10,6	6,3	-2,0	-16,1	---	-16,3	-8,3	-2,1	6,5	9,8	20,0	13/07	-26,1	07/02	---	
1928 1929	14,6	14,8	9,0	4,2	-5,1	-8,7	-11,8	-13,2	-9,8	-3,7	3,1	9,8	19,5	17/08	-22,5	17/01	0,4	
1929 1930	12,8	13,4	10,1	4,6	-3,4	-16,4	-17,2	-13,8	-5,5	-1,0	4,8	11,9	17,8	14/07	-26,4	12/01	0,1	
1930 1931	15,6	14,4	10,7	5,3	0,1	-9,0	-12,4	-9,5	-1,6	1,2	6,7	11,5	20,0	30/08	-25,3	29/01	2,8	
1931 1932	15,5	14,6	10,5	5,6	0,1	-10,0	-13,0	---	---	---	6,2	10,8	19,8	28/07	-24,5	22/01	---	
1932 1933	---	16,2	12,0	5,7	---	---	-11,8	-11,7	-8,8	-6,7	0,6	4,5	20,6	04/08	-26,7	08/01	---	
1933 1934	14,9	---	---	---	---	---	---	-16,9	-18,1	-10,7	---	3,3	9,6	21,4	22/07	-28,4	21/01	---
1934 1935	14,4	---	11,5	---	---	---	---	---	-16,3	---	-0,4	---	11,5	19,2	13/07	-25,6	22/02	---
1935 1936	---	15,5	9,7	4,3	---	---	---	---	-2,7	---	---	11,4	21,1	20/08	-15,8	02/03	---	
1937 1938	14,8	13,6	---	---	-4,6	---	---	---	-9,5	-1,7	5,4	12,3	21,2	09/08	-24,7	03/03	---	
1938 1939	15,1	14,7	10,1	4,7	-3,3	-8,9	-12,0	-15,9	-12,9	-2,3	3,1	9,5	18,6	26/07	-25,6	31/01	0,2	
1939 1940	15,3	14,3	9,3	4,0	-3,4	-5,7	-10,7	-10,9	-3,5	0,4	5,7	10,9	20,8	27/07	-20,3	09/02	2,2	
1940 1941	15,2	13,5	10,6	3,1	-2,3	-12,1	-12,6	-6,6	-6,2	---	5,8	9,1	20,3	25/07	-24,2	18/12	---	
1941 1942	13,7	---	---	---	---	-9,2	-15,2	-7,8	-2,4	0,0	6,0	9,9	19,5	24/07	-25,3	08/01	---	
1942 1943	15,0	13,1	8,8	5,0	-1,0	-13,4	-13,0	-11,3	-10,2	-2,3	2,8	9,5	18,6	17/08	-27,2	16/02	0,3	
1943 1944	14,7	13,5	11,6	5,5	-1,2	-10,6	-11,4	-11,1	-8,4	-1,2	3,7	9,9	20,6	13/07	-23,4	09/02	1,3	
1944 1945	13,9	14,6	11,9	3,2	0,0	-9,5	-9,1	-11,5	-6,9	0,0	4,4	10,0	20,3	06/07	-24,2	19/12	1,8	
1945 1946	14,4	13,4	8,2	3,9	-2,3	-9,9	-14,4	-13,7	-6,9	-1,7	3,5	9,0	18,9	25/07	-28,9	16/01	0,4	
1946 1947	12,8	14,0	10,0	5,2	---	---	-11,7	-14,7	-6,2	-5,3	2,0	9,4	18,1	07/08	-26,1	19/01	---	
1947 1948	16,0	12,8	7,4	4,6	0,6	-6,8	-11,3	-16,1	-11,2	-2,0	4,8	9,4	19,5	24/07	-25,0	09/02	0,8	
1948 1949	13,4	14,7	10,3	5,4	---	-8,1	-11,7	-14,9	-5,0	---	---	---	18,1	25/08	-23,9	15/02	---	
1949 1950	13,8	13,4	10,0	---	-3,0	---	-15,5	-16,9	-8,7	-0,9	5,4	9,7	18,1	31/07	-30,3	06/02	---	
1950 1951	12,9	13,3	7,5	3,6	---	---	---	---	-3,5	2,9	5,9	12,1	18,4	20/06	-15,6	01/03	---	
1951 1952	14,7	14,1	10,0	3,6	-1,2	-11,1	-11,9	-8,3	-3,2	0,7	---	10,8	17,8	15/07	-24,2	04/01	---	
1952 1953	16,2	14,3	---	3,8	---	---	---	-9,1	-5,9	2,8	5,6	9,3	21,2	09/07	-17,5	09/03	---	
1953 1954	14,3	11,7	10,5	---	0,4	-7,2	-14,7	-7,8	-5,5	-2,7	---	11,0	22,0	17/07	-26,7	11/01	---	
1954 1955	13,4	13,0	8,8	---	-1,1	-6,2	-5,9	-8,8	-6,3	0,1	6,0	12,4	17,8	29/06	-23,9	01/02	---	
1955 1956	14,6	14,1	9,0	5,3	0,1	-9,0	-3,5	-10,4	-9,0	0,4	2,8	8,9	19,4	10/07	-20,0	06/02	2,0	
1956 1957	14,1	12,5	8,1	5,1	---	---	-19,6	-12,5	-3,2	-1,3	3,5	9,0	17,8	23/07	-29,7	15/01	---	
1957 1958	14,0	12,6	9,0	4,7	-0,9	-6,2	-6,2	-4,9	-0,3	1,9	6,0	9,1	18,1	20/07	-21,7	22/02	3,3	
1958 1959	14,1	13,3	9,2	3,4	-2,2	-14,4	-9,8	-16,0	---	---	5,5	---	17,8	15/07	-27,5	08/02	---	
1959 1960	15,4	---	---	---	---	-8,4	-9,8	---	-6,2	-0,6	7,0	11,1	18,6	18/07	-22,8	06/01	---	
1960 1961	13,3	12,5	9,2	4,6	-0,7	-8,2	-15,4	-15,6	-8,4	1,6	4,4	10,1	17,8	30/07	-24,5	01/02	0,7	
1961 1962	13,9	12,5	11,1	5,0	0,9	-4,4	-14,2	-15,4	-0,3	-0,8	4,8	10,5	18,3	25/07	-26,7	29/01	2,1	
1962 1963	12,6	13,6	9,8	4,5	-1,1	-8,4	-9,3	-14,4	-8,6	-0,2	4,8	10,5	17,5	26/08	-27,5	26/01	1,2	
1963 1964	13,6	13,1	8,4	4,8	0,8	-11,2	-12,8	-8,3	-8,1	-1,0	3,9	9,6	18,4	07/08	-21,1	31/12	1,1	
1964 1965	12,0	12,6	9,0	3,3	-1,9	-9,3	-11,9	-11,3	-3,7	-0,2	5,4	11,5	17,2	15/07	-27,0	20/12	1,4	
1965 1966	11,8	11,3	7,9	2,8	-3,5	-9,1	-7,6	-11,1	-3,0	1,0	4,5	12,7	19,2	01/08	-25,0	20/02	1,5	
1966 1967	14,1	14,2	11,0	4,7	0,5	-5,5	-12,3	-14,1	-11,3	-2,2	4,3	12,8	19,7	29/06	-25,0	18/02	1,4	
1967 1968	16,4	15,6	10,9	5,4	-0,2	-6,7	-13,7	-11,1	-7,9	0,9	6,6	10,6	19,8	23/07	-23,4	03/01	2,3	
1968 1969	14,8	12,3	13,4	7,2	-2,6	-6,7	-7,1	-6,7	-4,4	-3,4	4,8	11,8	20,8	16/07	-18,9	07/02	2,8	
1969 1970	13,0	13,8	8,4	2,9	1,7	-4,2	-14,1	-11,4	-5,2	-1,0	5,2	9,8	17,8	10/08	-23,1	21/02	1,7	
1970 1971	14,4	14,7	9,3	6,4	-0,4	-12,4	-12,2	-12,8	-4,5	1,5	6,8	10,2	20,3	13/08	-27,5	16/01	1,8	
1971 1972	13,6	12,4	8,8	3,9	-2,3	-13,7	-15,2	-16,0	-10,4	-2,5	3,2	9,8	18,1	02/08	-28,1	23/02	-0,7	
1972 1973	12,9	12,3	9,0	2,2	-3,4	-16,1	-14,3	-11,8	-6,9	-0,8	4,7	12,0	20,3	27/06	-27,8	31/01	0,0	
1973 1974	15,6	15,1	8,8	4,1	-2,1	-5,2	-17,9	-13,6	-9,2	-1,7	3,7	11,6	20,9	02/07	-27,5	16/01	0,8	
1974 1975	14,4	13,3	7,7	1,2	-2,1	-7,7	-15,5	-15,6	-6,1	0,3	5,8	12,1	21,9	30/06	-28,6	03/02	0,7	
1975 1976	16,3	13,9	8,9	4,1	-1,3	-11,1	-14,0	-14,2	-9,3	-1,0	4,8	11,9	20,8	21/07	-25,3	09/01	0,8	
1976 1977	15,0	13,1	9,2	3,1	-2,3	-12,0	-11,9	-11,6	-3,9	-1,1	6,3	11,2	20,3	11/08	-24,2	14/01	1,3	
1977 1978	13,1	12,0	8,2	5,3	0,5	-8,4	-13,2	-7,8	-9,2	-0,7	5,2	10,8	17,0	14/07	-26,7	13/01	1,4	
1978 1979	15,1	12,7	7,8	3,2	-4,9	-10,2	-8,2	-11,7	-3,6	1,5	7,6	11,9	19,9	18/07	-26,1	18/01	1,9	
1979 1980	13,8	13,4	9,5	4,2	-0,9	-8,6	-10,9	-11,9	-5,6	0,4	5,2	10,5	20,7	01/08	-24,2	10/01	1,6	
1980 1981	12,8	15,3	8,7	3,1	-0,8	-11,9	-12,3	-6,2	-0,7	0,6	6,1	10,9	18,3	23/08	-27,6	12/12	2,2	
1981 1982	14,7	14,1	11,2	5,2	-0,7	-4,8	-14,1	-14,7	-8,1	-1,7	5,0	9,1	17,5	20/07	-24,8	18/01	1,4	
1982 1983	13,8	11,4	8,6	4,0	-1,6	-11,2	-11,8	-12,5	-4,6	1,2	5,1	11,2	20,5	20/06	-27,0	03/01	1,2	
1983 1984	13,5	12,6	10,9	4,8	-1,7	-9,8	---	-9,4	-7,5	-0,6	5,8	10,3	18,0	05/07	-26,3	09/03	---	
1984 1985	15,4	15,9	9,4	3,1	-2,4	-11,2	-14,3	-10,3	-7,7	-1,5	4,7	10,8	19,0	11/08	-25,8	27/12	1,0	
1985 1986	14,8	14,9	10,3	3,5	-3,8	-12,6	-12,8	-12,5	-10,1	0,9	6,5	8,9	20,8	08/08	-26,0	24/01	0,7	
1986 1987	13,3	14,0	7,7	2,4	-6,0	-11,0	-13,3	-8,8	-4,8	2,3	6,1	10,4	18,8	19/08	-26,8	08/12	1,1	
1987 1988	15,5	13,3	9,6	5,2	-3,5	-9,1	-12,4	-14,2	-6,5	1,1	7,2	10,1	23,3	13/07	-24,8	06/02	1,4	
1988 1989	15,9	14,4	9,0	4,0	-0,1	-12,3	-15,1	-14,9	-10,1	1,2	7,5	13,4	21,5	30/07	-28,0	31/12	1,1	
1989 1990	14,9	14,3																

TABLEAU 2.4
VENTS MAXIMA AU HAVRE SAINT-PIERRE (station 7043018)

année	N	NNE	NE	ENE	EST	ESE	SE	SSE	SUD	SSO	SO	OSO	OUEST	ONO	NO	NNO
1971	43	43	55	55	55	55	40	37	35	60	60	60	55	53	37	43
1972	56	56	56	47	47	47	43	43	43	43	42	64	64	64	50	43
1973	37	37	32	58	58	58	42	37	37	37	45	45	45	43	40	40
1974	47	60	60	60	60	60	34	45	45	45	45	45	45	45	45	45
1975	40	40	42	47	47	47	37	32	32	32	45	45	45	37	32	29
1976	45	45	56	56	56	51	45	45	45	37	64	64	64	51	34	45
1977	56	56	56	46	44	44	37	56	56	56	63	63	63	52	46	46
1978	41	41	37	46	46	46	33	33	37	43	46	46	46	46	46	46
1983	28	37	37	74	74	74	41	41	41	41	46	46	46	46	31	28
1984	37	37	37	37	35	35	35	43	43	43	46	65	65	65	41	41
1985	46	46	46	50	50	50	46	46	46	37	46	48	50	50	50	46
1986	57	57	52	48	54	54	54	37	37	43	56	56	56	56	46	57
1987	41	41	41	41	41	41	41	37	37	52	52	52	52	52	50	39
1988	44	44	44	48	48	48	48	31	31	33	59	59	59	52	37	37
1989	37	44	44	44	37	37	33	37	41	41	41	46	46	46	41	37
1990	52	52	41	46	46	46	46	37	37	41	56	56	56	46	46	52
1991	41	41	41	41	41	33	33	41	56	56	56	50	50	50	48	48
1992	37	37	37	37	37	37	33	41	41	61	61	61	61	39	30	30
1993	37	37	37	41	41	41	37	41	41	41	63	63	63	63	46	33
1997	44	44	44	37	39	39	39	30	30	30	33	50	50	50	35	43
1998	35	44	48	48	48	35	35	33	31	31	50	65	65	65	43	41
1999	43	43	46	46	46	46	43	41	41	41	48	56	56	56	46	46
2000	37	48	48	48	43	39	35	35	35	41	52	56	56	56	44	39
2001	65	65	37	44	44	44	37	39	39	43	67	67	67	56	39	65
2002	46	54	54	54	46	46	31	44	44	44	56	56	56	50	43	43
2003	39	39	43	50	50	65	65	65	52	52	65	74	74	74	41	41
2004	33	46	52	52	52	50	43	31	35	35	43	65	65	65	48	43
Maximum	65	65	60	74	74	74	65	65	56	61	67	74	74	74	50	65
Moyenne	43	46	45	48	48	47	40	40	40	43	52	56	56	53	42	42
Minimum	28	37	32	37	35	33	31	30	30	30	33	45	45	37	30	28

TABLEAU 2.5
STATISTIQUES GLACIOLOGIQUES ASSOCIÉES AUX IMAGETTES
DE LA ZONE DE L'EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE ROMAINE

Hiver	Imagette Date	Température journalière (°C)	Indice de gel (°C-jour)	Avancement de l'hiver (%)	Date de début	Date de fin	Durée de l'hiver (jours)	Froidure de l'hiver (°C)	Rigueur de l'hiver (°C-jour de gel)
1984-85	8 janvier 1985	-16.2	562	38	02-11-84 normal	21-04-85 normal	170 moyen	-8.6 moyen	1470 normal
	24 janvier 1985	-10.8	778	53	02-11-84 normal	21-04-85 normal	170 moyen	-8.6 moyen	1470 normal
1985-86	1 avril 1986	1.1	1585	98	09-11-85 normal	09-04-86 normal	151 moyen	-10.7 froid	1616 normal
	17 avril 1986	5.3	hiver terminé		09-11-85 normal	09-04-86 normal	151 moyen	-10.7 froid	1616 normal
1990-91	30 mars 1991	-7.5	1634	95	23-10-90 hâtif	21-04-91 normal	180 long	-9.6 moyen	1723 rigoureux
1991-92	16 mars 1992	-14.0	1606	90	04-11-91 normal	25-04-92 normal	173 long	-10.3 froid	1775 rigoureux
	17 avril 1992	-3.0	1769	100	04-11-91 normal	25-04-92 normal	173 long	-10.3 froid	1775 rigoureux
1992-93	19 mars 1993	-14.5	1789	95	30-10-92 normal	09-04-93 normal	161 moyen	-11.7 froid	1884 rigoureux
	4 avril 1993	-3.5	1880	100	30-10-92 normal	09-04-93 normal	161 moyen	-11.7 froid	1884 rigoureux
1993-94	22 mars 1994	-6.5	1582	93	23-10-93 hâtif	14-04-94 normal	173 long	-9.9 moyen	1709 rigoureux
1994-95	10 avril 1995	-0.9	1527	99	19-11-94 tardif	13-04-95 normal	145 moyen	-10.6 froid	1542 normal
1995-96	27 mars 1996	-6.8	1201	97	17-11-95 tardif	01-04-96 normal	136 court	-9.1 moyen	1236 normal
1996-97	15 avril 1997	-2.2	données manquantes		12-11-96 normal	18-04-97 normal	157 moyen		
1997-98	17 mars 1998	données manquantes			13-11-97 normal	04-04-98 normal	142 court		
1998-99	5 avril 1999	-0.8	1063	100	06-11-98 normal	07-04-99 normal	152 moyen	-7.0 doux	1066 clément
	21 avril 1999	2.3	hiver terminé		06-11-98 normal	07-04-99 normal	152 moyen	-7.0 doux	1066 clément
1999-00	10 janvier 2000	-11.1	390	34	06-11-99 normal	26-04-00 normal	172 moyen	-6.6 doux	1140 normal
	15 avril 2000	-0.7	1122	98	06-11-99 normal	26-04-00 normal	172 moyen	-6.6 doux	1140 normal
2000-01	12 janvier 2001	-17.8	435	37	18-11-00 tardif	13-04-01 normal	146 moyen	-8.1 moyen	1189 normal
	18 avril 2001	-0.6	hiver terminé		18-11-00 tardif	13-04-01 normal	146 moyen	-8.1 moyen	1189 normal
2001-02	15 janvier 2002	-20.3	399	31	10-11-01 normal	09-04-02 normal	150 moyen	-8.7 moyen	1301 normal
	31 janvier 2002	-23.0	686	53	10-11-01 normal	09-04-02 normal	150 moyen	-8.7 moyen	1301 normal
	20 mars 2002	-4.1	1229	94	10-11-01 normal	09-04-02 normal	150 moyen	-8.7 moyen	1301 normal
	5 avril 2002	-3.8	1289	99	10-11-01 normal	09-04-02 normal	150 moyen	-8.7 moyen	1301 normal
2002-03	7 mars 2003	-18.5	données manquantes		30-10-02 normal	19-04-03 normal	171 moyen		
	8 avril 2003	-8.5	données manquantes		30-10-02 normal	19-04-03 normal	171 moyen		
2003-04	9 mars 2004	-10.5	1002	89	01-11-03 normal	03-04-04 normal	154 moyen	-7.3 moyen	1126 normal
	2 avril 2004	-0.1	1123	100	01-11-03 normal	03-04-04 normal	154 moyen	-7.3 moyen	1126 normal
	18 avril 2004	2.8	hiver terminé		01-11-03 normal	03-04-04 normal	154 moyen	-7.3 moyen	1126 normal
2004-05	23 janvier 2005	-25.5	750	56	30-10-04 normal	10-04-05 normal	162 moyen	-8.3 moyen	1340 normal
	12 mars 2005	-11.1	1296	97	30-10-04 normal	10-04-05 normal	162 moyen	-8.3 moyen	1340 normal
	5 avril 2005	0.8	1336	100	30-10-04 normal	10-04-05 normal	162 moyen	-8.3 moyen	1340 normal

note : les cellules ombragées indiquent des imagettes de qualité suffisante pour fin d'analyse

TABLEAU 2.6
ZONE DE L'EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE ROMAINE
SONDAGES DE GLACE DE MARS 2006

Point de sondage	Élévation de l'élément en référence avec le niveau d'eau											Remarques
	Latitude (°)	Longitude (°)	Neige (m)	Glace air-blanche (m)	Niveau d'eau (m)	Eau sur glace (m)	Glace eau-blanche (m)	Glace eau-transparente (m)	Frasil (m)	lit (m)	Date	
15	50.287237	63.802335	0.00	0.00	0.00	-0.07	-0.35	-0.63	-0.63	-3.04	01-03-06	jusant, 16h10
15	50.287237	63.802335	0.30	0.00	0.00	0.00	-0.40	-0.60	-0.60	-2.63	03-03-06	flot, 11h51
20	50.291995	63.827128	0.20	0.00	0.00	0.00	-0.20	-0.40	-0.40	-3.36	03-03-06	flot, 12h48
20	50.291995	63.827128	0.30	0.00	0.00	0.00	-0.25	-0.50	-0.50	-3.21	07-03-06	jusant, 8h42
22	50.291535	63.821951	0.21	0.00	0.00	-0.04	-0.09	-0.66	-0.66	-2.51	04-03-06	flot, 10h44
22	50.291535	63.821951	0.28	0.00	0.00	-0.02	-0.34	-0.67	-0.67	-3.30	07-03-06	jusant, 9h25
34	50.29145	63.843015	0.10	0.01	0.00	0.00	-0.18	-0.29	-0.29	-3.25	02-03-06	flot, 10h15
34	50.29145	63.843015	0.18	0.00	0.00	-0.02	-0.22	-0.32	-0.32	-4.43	06-03-06	jusant, 8h07
36	50.29832	63.836644	0.20	0.00	0.00	0.00	-0.30	-0.68	-0.68	-2.69	02-03-06	flot, 11h30
36	50.29832	63.836644	0.30	0.00	0.00	0.00	-0.16	-0.66	-0.66	-3.09	06-03-06	jusant, 8h48
40	50.29696	63.830669	0.30	0.00	0.00	0.00	-0.50	-0.77	-0.77	-1.91	03-03-06	flot, 9h37
40	50.29696	63.830669	0.39	0.04	0.00	0.00	-0.48	-0.75	-0.75	-2.77	06-03-06	jusant, 9h23
41	50.292317	63.834016	0.26	0.00	0.00	-0.04	-0.24	-0.40	-0.40	-2.36	03-03-06	flot, 10h23
41	50.292317	63.834016	0.25	0.00	0.00	-0.10	-0.25	-0.40	-0.40	-2.92	06-03-06	jusant, 10h04
50	50.281417	63.814481	0.21	0.04	0.00	0.00	-0.46	-0.58	-0.58	-3.04	01-03-06	jusant, 15h41
50	50.281417	63.814481	0.35	0.05	0.00	0.00	-0.45	-0.60	-0.60	-1.85	03-03-06	flot, 11h08
55	50.29898	63.81715	0.80	0.30	0.00	0.00	-0.50	-0.50	-7.00	-24.00	04-03-06	flot
NVPT01	50.294828	63.822242	0.20	0.00	0.00	0.00	-0.30	-0.60	-0.60		05-03-06	
NVPT02	50.298991	63.818192	1.10	0.40	0.00	0.00	-0.20	-0.20	-5.50		03-03-06	
NVPT03	50.298888	63.819765	0.30	0.00	0.00	0.00	-0.50	-1.00	-1.00		04-03-06	
NVPT04	50.295761	63.791321	0.30	0.00	0.00	0.00	-0.30	-0.76	-0.76		05-03-06	

TABLEAU 2.7
ZONE DE L'EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE ROMAINE
ÉPAISSEURS DES COUCHES DE GLACE SONDÉES EN MARS 2006

Point de sondage	Épaisseur de l'élément de référence											Date	Remarques
	Latitude (°)	Longitude (°)	Neige (m)	Glace air-blanche (m)	colonne d'eau (m)	Eau sur glace (m)	Glace eau-blanche (m)	Glace eau-transparente (m)	total-glace (m)	Frasil (m)	Eau sous frasil/glace (m)		
15	50.287237	63.802335	0.00	0.00	3.04	0.07	0.28	0.28	0.56	0.00	2.41	01-03-06	jusant, 16h10
15	50.287237	63.802335	0.30	0.00	2.63	0.00	0.40	0.20	0.60	0.00	2.03	03-03-06	flot, 11h51
20	50.291995	63.827128	0.20	0.00	3.36	0.00	0.20	0.20	0.40	0.00	2.96	03-03-06	flot, 12h48
20	50.291995	63.827128	0.30	0.00	3.21	0.00	0.25	0.25	0.50	0.00	2.71	07-03-06	jusant, 8h42
22	50.291535	63.821951	0.21	0.00	2.51	0.04	0.05	0.57	0.62	0.00	1.85	04-03-06	flot, 10h44
22	50.291535	63.821951	0.28	0.00	3.30	0.02	0.32	0.33	0.65	0.00	2.63	07-03-06	jusant, 9h25
34	50.29145	63.843015	0.09	0.01	3.25	0.00	0.18	0.11	0.30	0.00	2.96	02-03-06	flot, 10h15
34	50.29145	63.843015	0.18	0.00	4.43	0.02	0.20	0.10	0.30	0.00	4.11	06-03-06	jusant, 8h07
36	50.29832	63.836644	0.20	0.00	2.69	0.00	0.30	0.38	0.68	0.00	2.01	02-03-06	flot, 11h30
36	50.29832	63.836644	0.30	0.00	3.09	0.00	0.16	0.50	0.66	0.00	2.43	06-03-06	jusant, 8h48
40	50.29696	63.830669	0.30	0.00	1.91	0.00	0.50	0.27	0.77	0.00	1.14	03-03-06	flot, 9h37
40	50.29696	63.830669	0.35	0.04	2.77	0.00	0.48	0.27	0.79	0.00	2.02	06-03-06	jusant, 9h23
41	50.292317	63.834016	0.26	0.00	2.36	0.04	0.20	0.16	0.36	0.00	1.96	03-03-06	flot, 10h23
41	50.292317	63.834016	0.25	0.00	2.92	0.10	0.15	0.15	0.30	0.00	2.52	06-03-06	jusant, 10h04
50	50.281417	63.814481	0.17	0.04	3.04	0.00	0.46	0.12	0.62	0.00	2.46	01-03-06	jusant, 15h41
50	50.281417	63.814481	0.30	0.05	1.85	0.00	0.45	0.15	0.65	0.00	1.25	03-03-06	flot, 11h08
55	50.29898	63.81715	0.50	0.30	24.00	0.00	0.50	0.00	0.50	6.50	17.00	04-03-06	flot
NVPT01	50.294828	63.822242	0.20	0.00		0.00	0.30	0.30	1.00	0.00		05-03-06	
NVPT02	50.298991	63.818192	0.70	0.40		0.00	0.20	0.00	0.20	5.30		03-03-06	
NVPT03	50.298888	63.819765	0.30	0.00		0.00	0.50	0.50	1.00	0.00		04-03-06	
NVPT04	50.295761	63.791321	0.30	0.00		0.00	0.30	0.46	0.76	0.00		05-03-06	

TABLEAU 3:1
HIVERS GLACIOLOGIQUES OBSERVÉS ET RECONSTITUÉS
À LA STATION 7043018 HAVRE SAINT-PIERRE A

Hiver		Début		Fin		Durée (jours)		Froidure (°C)		Rigueur (°C-jours de gel)	
1914	1915	2/11/1914	normal	11/4/1915	normal	160	moyen	-9,8	moyen	1567	normal
1915	1916	14/11/1915	normal	17/4/1916	normal	155	moyen	-9,8	moyen	1523	normal
1916	1917	28/10/1916	hâtif	2/4/1917	hâtif	156	moyen	-9,7	moyen	1520	normal
1917	1918	8/11/1917	normal	22/4/1918	normal	165	moyen	-11,0	froid	1821	rigoureux
1918	1919	5/11/1918	normal	23/4/1919	normal	169	moyen	-8,1	moyen	1369	normal
1919	1920	27/10/1919	hâtif	9/4/1920	normal	165	moyen	-10,3	froid	1698	rigoureux
1920	1921	5/11/1920	normal	25/4/1921	normal	171	moyen	-10,2	moyen	1743	rigoureux
1921	1922	24/10/1921	hâtif	2/5/1922	tardif	190	long	-9,0	moyen	1716	rigoureux
1922	1923	3/11/1922	normal	19/4/1923	normal	167	moyen				
1923	1924	6/11/1923	normal								
1924	1925	4/11/1924	normal	27/4/1925	tardif	174	long				
1925	1926	22/10/1925	hâtif	24/4/1926	normal	184	long	-9,1	moyen	1673	rigoureux
1926	1927	11/11/1926	normal	18/4/1927	normal	158	moyen	-9,9	moyen	1559	normal
1927	1928	8/11/1927	normal	24/4/1928	normal	168	moyen				
1928	1929	31/10/1928	normal	28/4/1929	tardif	179	long	-8,8	moyen	1576	normal
1929	1930	5/11/1929	normal	22/4/1930	normal	168	moyen	-10,4	froid	1747	rigoureux
1930	1931	26/11/1930	tardif	17/4/1931	normal	142	court	-7,2	doux	1028	clément
1931	1932	14/11/1931	normal								
1932	1933	29/10/1932	hâtif	3/4/1933	normal	156	moyen				
1933	1934										
1934	1935	8/11/1934	normal	14/4/1935	normal	157	moyen				
1935	1936			16/3/1936	hâtif						
1936	1937										
1937	1938			18/4/1938	normal						
1938	1939	11/11/1938	normal	30/4/1939	tardif	170	moyen	-9,9	moyen	1675	rigoureux
1939	1940	1/11/1939	normal	12/4/1940	normal	163	moyen	-6,5	doux	1062	clément
1940	1941	9/11/1940	normal								
1941	1942	0/0/1941		15/4/1942	normal						
1942	1943	8/11/1942	normal	4/5/1943	tardif	177	long	-9,0	moyen	1590	normal
1943	1944	14/11/1943	normal	28/4/1944	tardif	166	moyen	-8,2	moyen	1360	normal
1944	1945	18/11/1944	tardif	20/4/1945	normal	153	moyen	-7,8	moyen	1186	normal
1945	1946	14/11/1945	normal	21/4/1946	normal	158	moyen	-9,5	moyen	1505	normal
1946	1947	29/10/1946	hâtif	2/5/1947	tardif	185	long				
1947	1948	26/11/1947	tardif	26/4/1948	tardif	152	moyen	-9,6	moyen	1459	normal
1948	1949			30/3/1949	hâtif						
1949	1950			20/4/1950	normal						
1950	1951			29/3/1951	hâtif						
1951	1952	17/11/1951	tardif	12/4/1952	normal	147	moyen	-7,6	moyen	1116	normal
1952	1953			25/3/1953	hâtif						
1953	1954	28/11/1953	tardif	28/4/1954	tardif	151	moyen	-7,7	moyen	1160	normal
1954	1955	8/11/1954	normal	13/4/1955	normal	156	moyen	-5,9	doux	916	clément
1955	1956	13/11/1955	normal	7/4/1956	normal	146	moyen	-7,0	doux	1026	clément
1956	1957			25/4/1957	normal						
1957	1958	10/11/1957	normal	5/3/1958	hâtif	115	court	-5,2	doux	593	clément
1958	1959	7/11/1958	normal								
1959	1960			22/4/1960	normal						
1960	1961	5/11/1960	normal	27/3/1961	hâtif	142	court	-10,4	froid	1482	normal
1961	1962	1/12/1961	tardif	22/3/1962	hâtif	111	court	-9,4	moyen	1042	clément
1962	1963	5/11/1962	normal	8/4/1963	normal	154	moyen	-8,5	moyen	1308	normal
1963	1964	18/11/1963	tardif	20/4/1964	normal	154	moyen	-8,5	moyen	1312	normal
1964	1965	10/11/1964	normal	8/4/1965	normal	149	moyen	-7,8	moyen	1169	normal
1965	1966	26/10/1965	hâtif	5/4/1966	normal	161	moyen	-6,5	doux	1048	clément
1966	1967	15/11/1966	normal	26/4/1967	tardif	162	moyen	-8,6	moyen	1396	normal
1967	1968	6/11/1967	normal	7/4/1968	normal	153	moyen	-8,3	moyen	1277	normal
1968	1969	7/11/1968	normal	24/4/1969	normal	168	moyen	-5,7	doux	959	clément
1969	1970	21/11/1969	tardif	22/4/1970	normal	152	moyen	-7,4	moyen	1127	normal
1970	1971	13/11/1970	normal	11/4/1971	normal	149	moyen	-8,8	moyen	1317	normal
1971	1972	8/11/1971	normal	3/5/1972	tardif	177	long	-10,5	froid	1857	rigoureux
1972	1973	29/10/1972	hâtif	15/4/1973	normal	168	moyen	-9,7	moyen	1637	normal
1973	1974	4/11/1973	normal	21/4/1974	normal	168	moyen	-9,1	moyen	1531	normal
1974	1975	18/10/1974	hâtif	4/4/1975	normal	168	moyen	-8,6	moyen	1444	normal
1975	1976	16/11/1975	normal	24/4/1976	normal	160	moyen	-10,0	moyen	1595	normal
1976	1977	24/10/1976	hâtif	14/4/1977	normal	172	moyen	-7,6	moyen	1313	normal
1977	1978	19/11/1977	tardif	19/4/1978	normal	151	moyen	-8,5	moyen	1276	normal
1978	1979	9/11/1978	normal	6/4/1979	normal	148	moyen	-7,9	moyen	1176	normal
1979	1980	11/11/1979	normal	11/4/1980	normal	152	moyen	-7,9	moyen	1198	normal
1980	1981	17/11/1980	tardif	17/4/1981	normal	151	moyen	-6,6	doux	999	clément
1981	1982	9/11/1981	normal	25/4/1982	normal	167	moyen	-8,1	moyen	1345	normal
1982	1983	13/11/1982	normal	15/4/1983	normal	153	moyen	-8,6	moyen	1315	normal
1983	1984	9/11/1983	normal	23/4/1984	normal	166	moyen				
1984	1985	2/11/1984	normal	21/4/1985	normal	170	moyen	-8,6	moyen	1470	normal
1985	1986	9/11/1985	normal	9/4/1986	normal	151	moyen	-10,7	froid	1616	normal
1986	1987	24/10/1986	hâtif	16/3/1987	hâtif	143	court	-9,5	moyen	1365	normal
1987	1988	31/10/1987	normal	3/4/1988	normal	155	moyen	-9,0	moyen	1391	normal
1988	1989	19/11/1988	tardif	3/4/1989	normal	135	court	-12,0	froid	1621	normal
1989	1990	12/11/1989	normal	19/4/1990	normal	158	moyen	-11,7	froid	1846	rigoureux
1990	1991	23/10/1990	hâtif	21/4/1991	normal	180	long	-9,6	moyen	1723	rigoureux
1991	1992	4/11/1991	normal	25/4/1992	normal	173	long	-10,3	froid	1775	rigoureux
1992	1993	30/10/1992	normal	9/4/1993	normal	161	moyen	-11,7	froid	1884	rigoureux
1993	1994	23/10/1993	hâtif	14/4/1994	normal	173	long	-9,9	moyen	1709	rigoureux
1994	1995	19/11/1994	tardif	13/4/1995	normal	145	moyen	-10,6	froid	1542	normal
1995	1996	17/11/1995	tardif	1/4/1996	hâtif	136	court	-9,1	moyen	1236	normal
1996	1997	12/11/1996	normal	18/4/1997	normal	157	moyen				
1997	1998	13/11/1997	normal	4/4/1998	normal	142	court				
1998	1999	6/11/1998	normal	7/4/1999	normal	152	moyen	-7,0	doux	1066	clément
1999	2000	6/11/1999	normal	26/4/2000	tardif	172	moyen	-6,6	doux	1140	normal
2000	2001	18/11/2000	tardif	13/4/2001	normal	146	moyen	-8,1	moyen	1189	normal
2001	2002	10/11/2001	normal	9/4/2002	normal	150	moyen	-8,7	moyen	1301	normal
2002	2003	30/10/2002	normal	19/4/2003	normal	171	moyen				
2003	2004	1/11/2003	normal	3/4/2004	normal	154	moyen	-7,3	moyen	1126	normal
2004	2005	30/10/2004	normal	1/4/2005	hâtif	153	moyen	-8,6	moyen	1317	normal
2005	2006	14/11/2005	normal	19/3/2006	hâtif	125	court	-7,9	moyen	982	clément
moyenne	8 novembre			14 avril		158	jours	-8,8	°C	1382	°C-jours de gel
écart-type	8 jours			8 jours		14	jours	1,5	°C	275	°C-jours de gel
record	1/12/1961	tardif		4/5/1943	tardif	190	jours	-12,0	°C	1884	°C-jours de gel
						1921	long	1988	froid	1992	rigoureux
record	18/10/1974	hâtif		5/3/1958	hâtif	111	jours	-5,2	°C	593	°C-jours de gel
						1961	court	1957	doux	1957	clément

TABLEAU 3.2
ZONE DE L'EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE ROMAINE
ESTIMATION DU COEFFICIENT EMPIRIQUE DE LA LOI DE STEFAN

Point de sondage	Épaisseur de glace (m)	Date	Indice de gel (°C-jours de gel)	coefficient Loi de Stefan	coefficient moyen
15	0.64	21 mars 2005	1282	0.51	0.57
	0.86	27 mars 2005	1314	0.68	
	0.56	1 mars 2006	925	0.53	
	0.60	3 mars 2006	940	0.56	
20	0.60	21 mars 2005	1282	0.48	
	0.60	27 mars 2005	1314	0.47	
	0.40	3 mars 2006	940	0.37	
	0.50	7 mars 2006	945	0.46	
22	0.61	21 mars 2005	1282	0.49	0.59
	0.89	27 mars 2005	1314	0.70	
	0.62	4 mars 2006	942	0.58	
	0.65	7 mars 2006	945	0.60	
34	0.57	21 mars 2005	1282	0.45	
	0.57	27 mars 2005	1314	0.45	
	0.30	2 mars 2006	937	0.28	
	0.30	6 mars 2006	941	0.28	
36	0.68	2 mars 2006	937	0.63	0.62
	0.66	6 mars 2006	941	0.61	
40	0.66	21 mars 2005	1282	0.53	
	0.66	27 mars 2005	1314	0.52	
	0.77	3 mars 2006	940	0.72	
	0.79	6 mars 2006	941	0.74	
41	0.67	21 mars 2005	1282	0.53	
	0.67	27 mars 2005	1314	0.53	
	0.36	3 mars 2006	940	0.34	
	0.30	6 mars 2006	941	0.28	
50	0.73	21 mars 2005	1282	0.58	0.59
	0.73	27 mars 2005	1314	0.58	
	0.62	1 mars 2006	940	0.58	
	0.65	3 mars 2006	940	0.61	
55	0.97	21 mars 2005	1282	0.77	accumulation de frasil
	0.97	27 mars 2005	1314	0.76	
	0.50	4 mars 2006	942	0.47	
NVPT01	0.69	21 mars 2005	1282	0.55	
	0.69	27 mars 2005	1314	0.54	
	1.00	5 mars 2006	941	0.93	
NVPT02	0.66	21 mars 2005	1282	0.53	accumulation de frasil
	0.79	27 mars 2005	1314	0.62	
	0.20	3 mars 2006	940	0.19	
NVPT03	0.59	21 mars 2005	1282	0.47	accumulation de frasil
	0.59	27 mars 2005	1314	0.47	
	1.00	4 mars 2006	942	0.93	
NVPT04	0.82	21 mars 2005	1282	0.65	embouchure de la rivière Aisley
	0.82	27 mars 2005	1314	0.65	
	0.76	5 mars 2006	941	0.71	

**TABEAU 4.1
HARMONIQUES DES MARÉES OBSERVÉES
À LA STATION EROM0721 DE LA ZONE DE L'EMBOUCHURE DE LA ROMAINE
EN ÉTIAGES HIVERNAL ET ESTIVAL**

Observations		Débit ¹ (m³/s)	composante période (h)	M2	O1	S2	K1	N2	MM
du	au			12.42	25.82	12.00	23.93	12.66	661.31
28-02-04	29-03-04	57.0	amplitude (m)	0.578	0.187	0.227	0.157	0.095	0.049
			phase (cycles)	0.631	1.405	1.396	-0.431	0.276	-0.363
18-02-05	20-03-05	86.5	amplitude (m)	0.515	0.220	0.197	0.191	0.107	0.123
			phase (cycles)	1.460	-1.280	-1.564	-0.138	0.469	1.085
17-07-05	16-08-05	134.0	amplitude (m)	0.594	0.216	0.163	0.230	0.149	0.033
			phase (cycles)	-1.053	-1.232	-1.366	0.492	0.567	0.628
08-09-04	08-10-04	153.0	amplitude (m)	0.592	0.203	0.234	0.143	0.104	0.047
			phase (cycles)	1.149	-1.279	1.260	-0.619	0.688	1.028
21-08-03	20-09-03	133.0	amplitude (m)	0.599	0.209	0.206	0.141	0.115	0.083
			phase (cycles)	1.084	1.559	1.396	-0.105	1.238	1.388
14-08-03	13-09-03	168.0	amplitude (m)	0.609	0.196	0.190	0.154	0.160	0.042
			phase (cycles)	-1.473	-1.293	1.471	0.056	0.024	0.742

note 1 : moyenne sur la période d'observations des débits de la rivière Romaine enregistrés à la station 073801

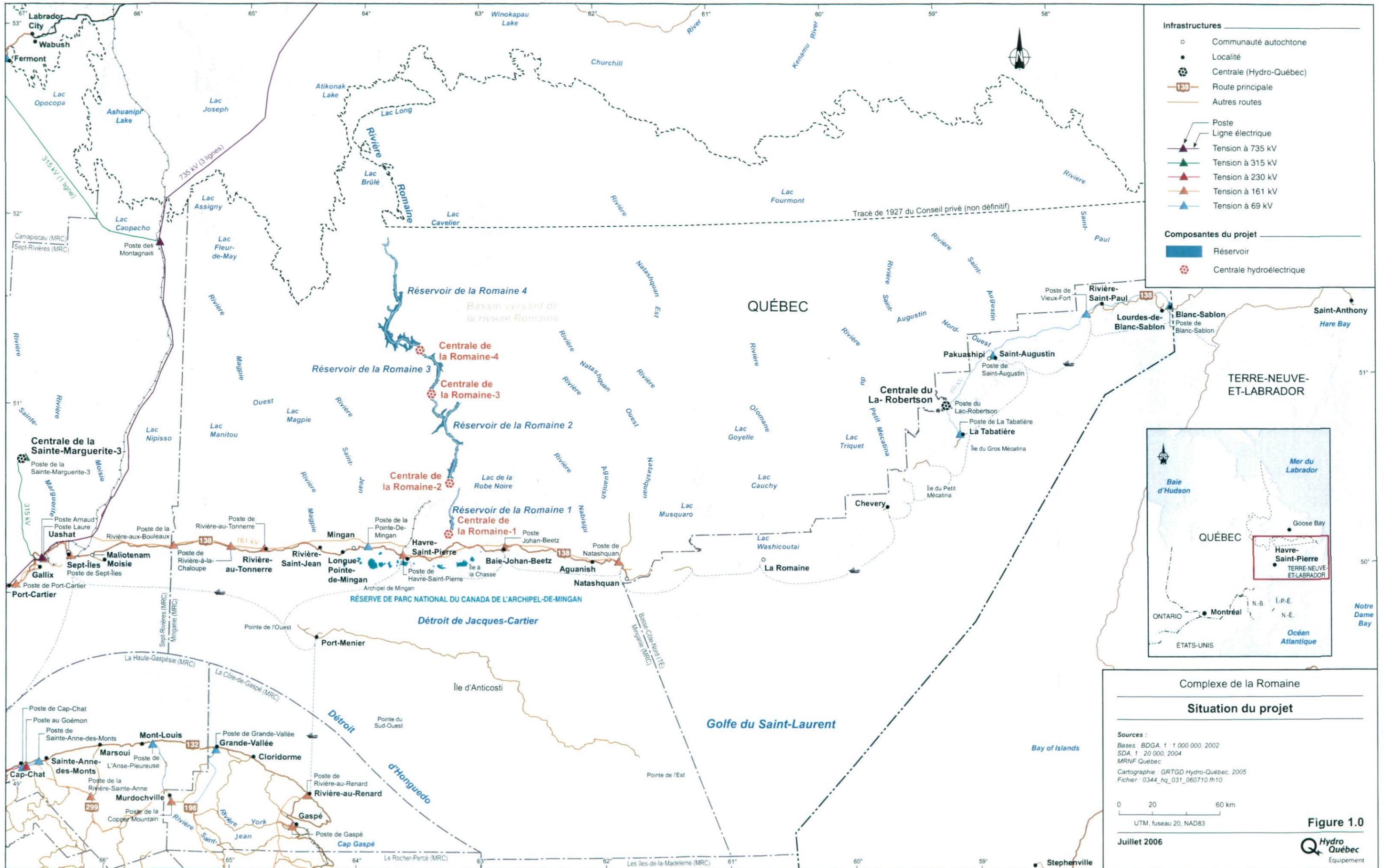
TABLEAU 4.2
ZONE DE L'EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE ROMAINE
MESURES DE COURANT ET DE LA SALINITÉ EN MARS 2006

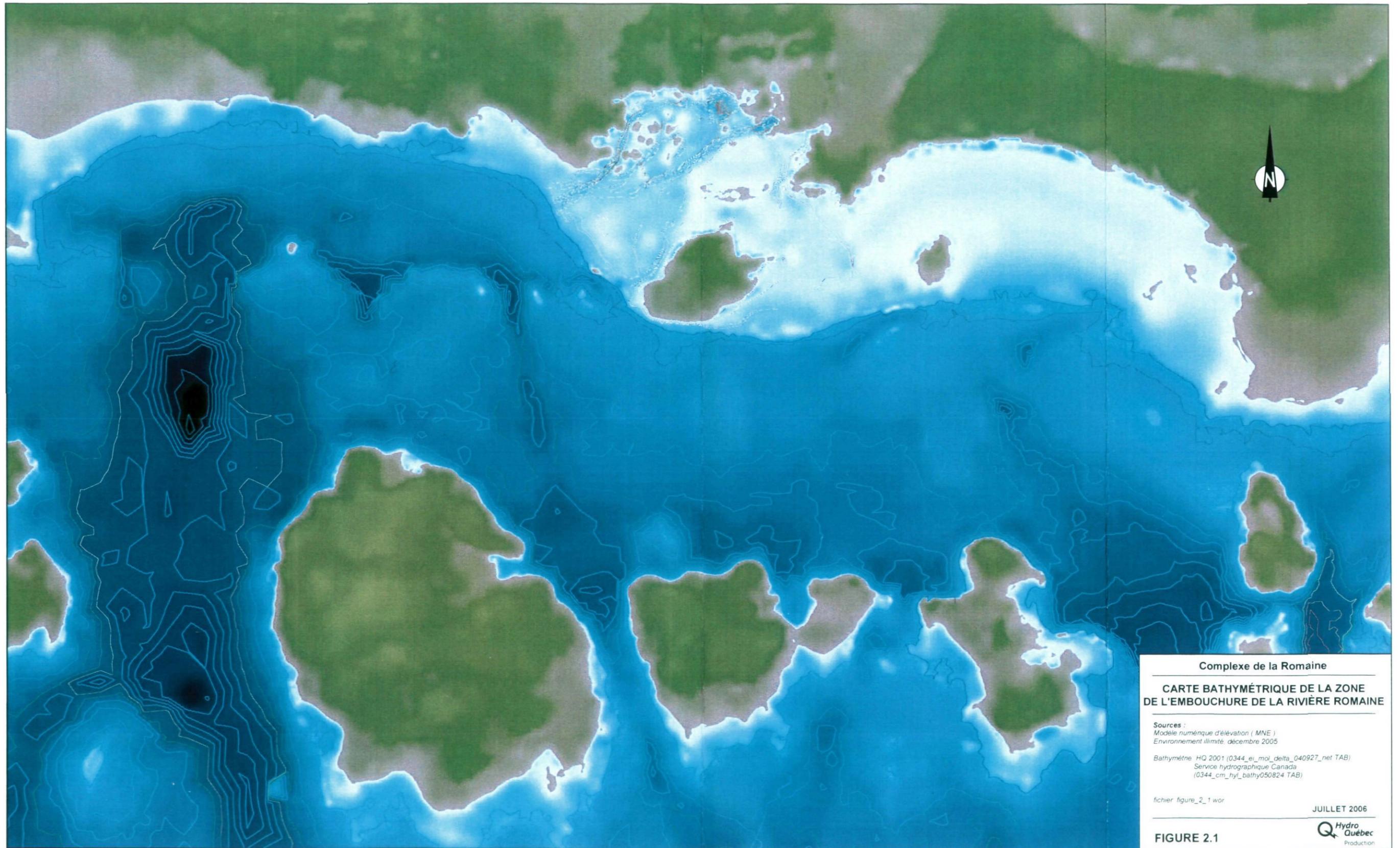
Point de sondage	Latitude (°)	Longitude (°)	Date	Remarques	Cote sous glace (m)	Cote du lit (m)	Lame d'eau (m)	Vitesse d'écoulement (cm/s)	Direction de surface (°)	Débit estimé (m³/s)	Salinité de surface (psu)	Salinité de fond (psu)	Profil de salinité
15	50.287237	63.802335	03-03-06	flot, 11h51	-0.60	-2.63	2.03	5	240	1	< 0.5	13	stratifié
20	50.291995	63.827128	03-03-06	flot, 12h48	-0.40	-3.36	2.96	14	70	-58	< 0.3	15.5	stratifié
22	50.291535	63.821951	04-03-06	flot, 10h44	-0.66	-2.51	1.85	18	210	7	0.31	9	stratifié
34	50.29145	63.843015	02-03-06	flot, 10h15	-0.29	-3.25	2.96	15	45	-44	0.26	7	front
36	50.29832	63.836644	02-03-06	flot, 11h30	-0.68	-2.69	2.01	30	75	-48	0.26	7.5	bien mélangé
40	50.29696	63.830669	03-03-06	flot, 9h37	-0.77	-1.91	1.14	10	toutes dir.	7	0.31	9	front
41	50.292317	63.834016	03-03-06	flot, 10h23	-0.40	-2.36	1.96	10	toutes dir.	5	0.3	13.5	front
50	50.281417	63.814481	03-03-06	flot, 11h08	-0.60	-1.85	1.25	50	90	25	0.33	30	stratifié
15	50.287237	63.802335	01-03-06	jusant, 16h10	-0.63	-3.04	2.41	72	210	10	< 0.7	23.3	stratifié
20	50.291995	63.827128	07-03-06	jusant, 8h42	-0.50	-3.21	2.71	50	220	63	0.32	30	stratifié
22	50.291535	63.821951	07-03-06	jusant, 9h25	-0.67	-3.30	2.63	20	250	7	0.31	30	stratifié
34	50.29145	63.843015	06-03-06	jusant, 8h07	-0.32	-4.43	4.11	18	180	49	0.33	31	stratifié
36	50.29832	63.836644	06-03-06	jusant, 8h48	-0.66	-3.09	2.43	15	240	58	0.33	7.5	bien mélangé
40	50.29696	63.830669	06-03-06	jusant, 9h23	-0.75	-2.77	2.02	40	240	14	0.31	12	stratifié
41	50.292317	63.834016	06-03-06	jusant, 10h04	-0.40	-2.92	2.52	30	220	22	0.29	29	stratifié
50	50.281417	63.814481	01-03-06	jusant, 15h41	-0.58	-3.04	2.46	8	150	8	0.29	28	stratifié

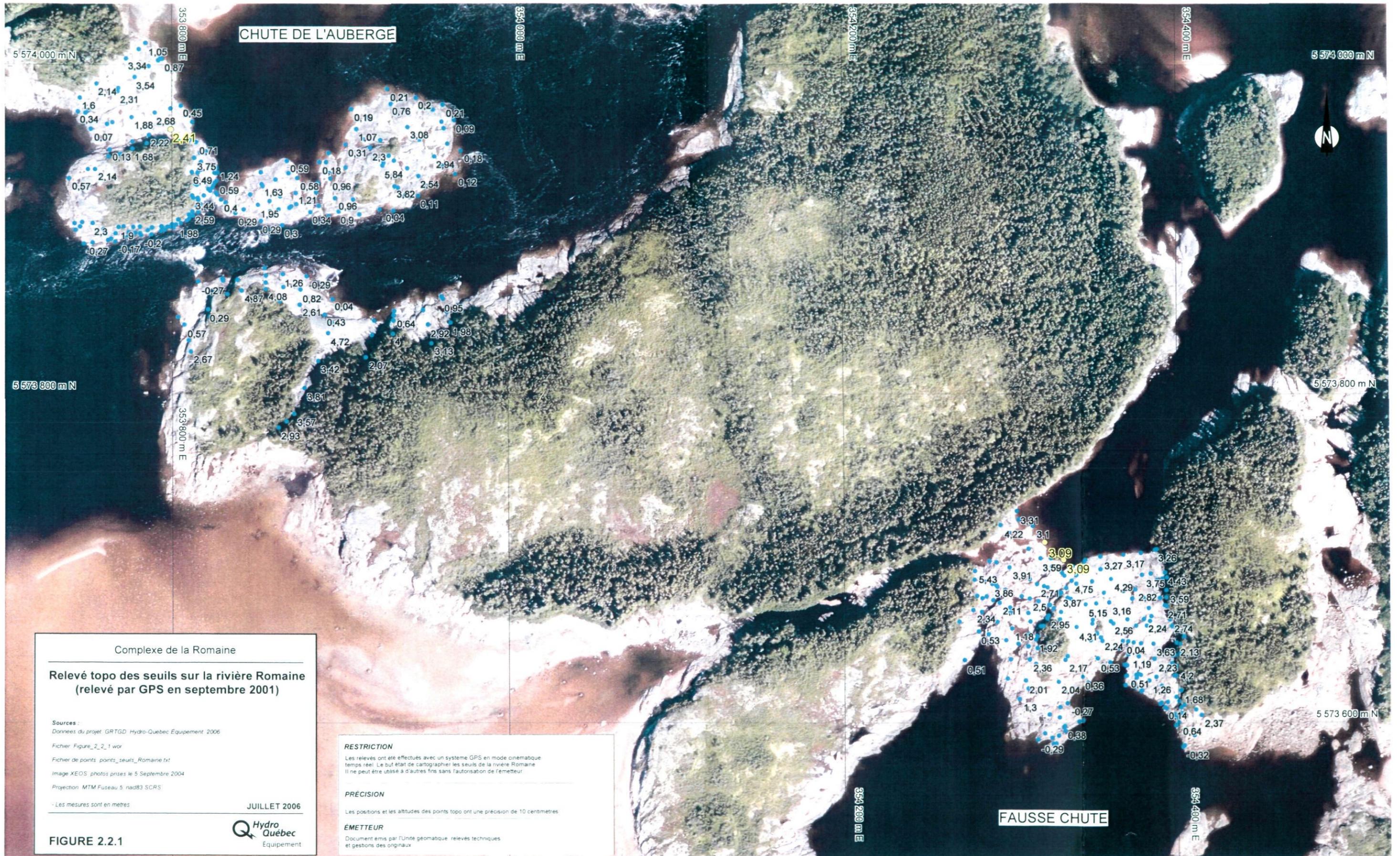
note : élévation de l'élément en référence avec le niveau d'eau

TABLEAU 4.3
ÉPAISSEURS PROBABLES DE LA GLACE SOLIDE
DANS LA ZONE DE L'EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE ROMAINE
EN CONDITIONS ACTUELLES

	Période de retour (ans)	Rigueur de l'hiver glaciologique (°C-jr. de gel)		Épaisseur de la glace solide (m)
1:	100	719	clément	0.56
1:	50	793	clément	0.59
1:	20	909	clément	0.63
1:	10	1015	clément	0.67
1:	7	1079	clément	0.69
1:	5	1147	normal	0.71
1:	2	1396	normal	0.78
1:	5	1625	normal	0.85
1:	7	1682	rigoureux	0.86
1:	10	1732	rigoureux	0.87
1:	20	1811	rigoureux	0.89
1:	50	1891	rigoureux	0.91
1:	100	1938	rigoureux	0.92







Complexe de la Romaine

**Relevé topo des seuils sur la rivière Romaine
(relevé par GPS en septembre 2001)**

Sources :
Données du projet GRTGD Hydro-Québec Équipement 2006

Fichier Figure_2_2_1 wor

Fichier de points points_seuils_Romaine.txt

Image XEOS photos prises le 5 Septembre 2004

Projection MTM Fuseau 5 nad83 SCRS

Les mesures sont en metres

JUILLET 2006



FIGURE 2.2.1

RESTRICTION

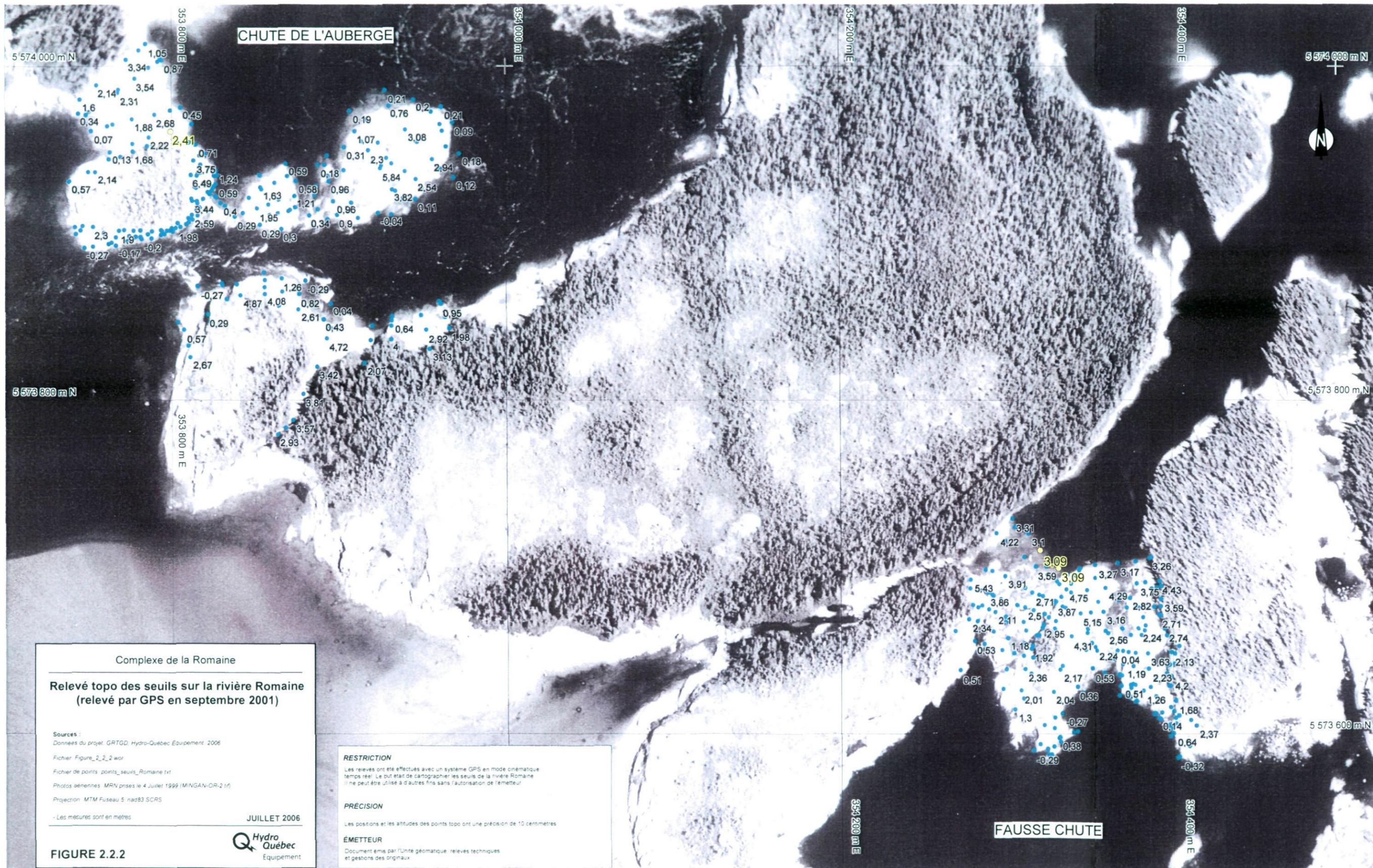
Les relevés ont été effectués avec un système GPS en mode cinématique temps réel. Le but était de cartographier les seuils de la rivière Romaine. Il ne peut être utilisé à d'autres fins sans l'autorisation de l'émetteur.

PRÉCISION

Les positions et les altitudes des points topo ont une précision de 10 centimètres.

ÉMETTEUR

Document émis par l'Unité géomatique relevés techniques et gestions des originaux



Complexe de la Romaine

**Relevé topo des seuils sur la rivière Romaine
(relevé par GPS en septembre 2001)**

Sources :
 Données du projet GRTGD Hydro-Québec Équipement 2006
 Fichier Figure_2_2_2 wor
 Fichier de points points_seuils_Romaine.txt
 Photos aériennes MRN prises le 4 Juillet 1999 (MINGAN-OR-2.tif)
 Projection MTM Fuseau 5 nad83 SCRS
 - Les mesures sont en mètres



JUILLET 2006

FIGURE 2.2.2

RESTRICTION

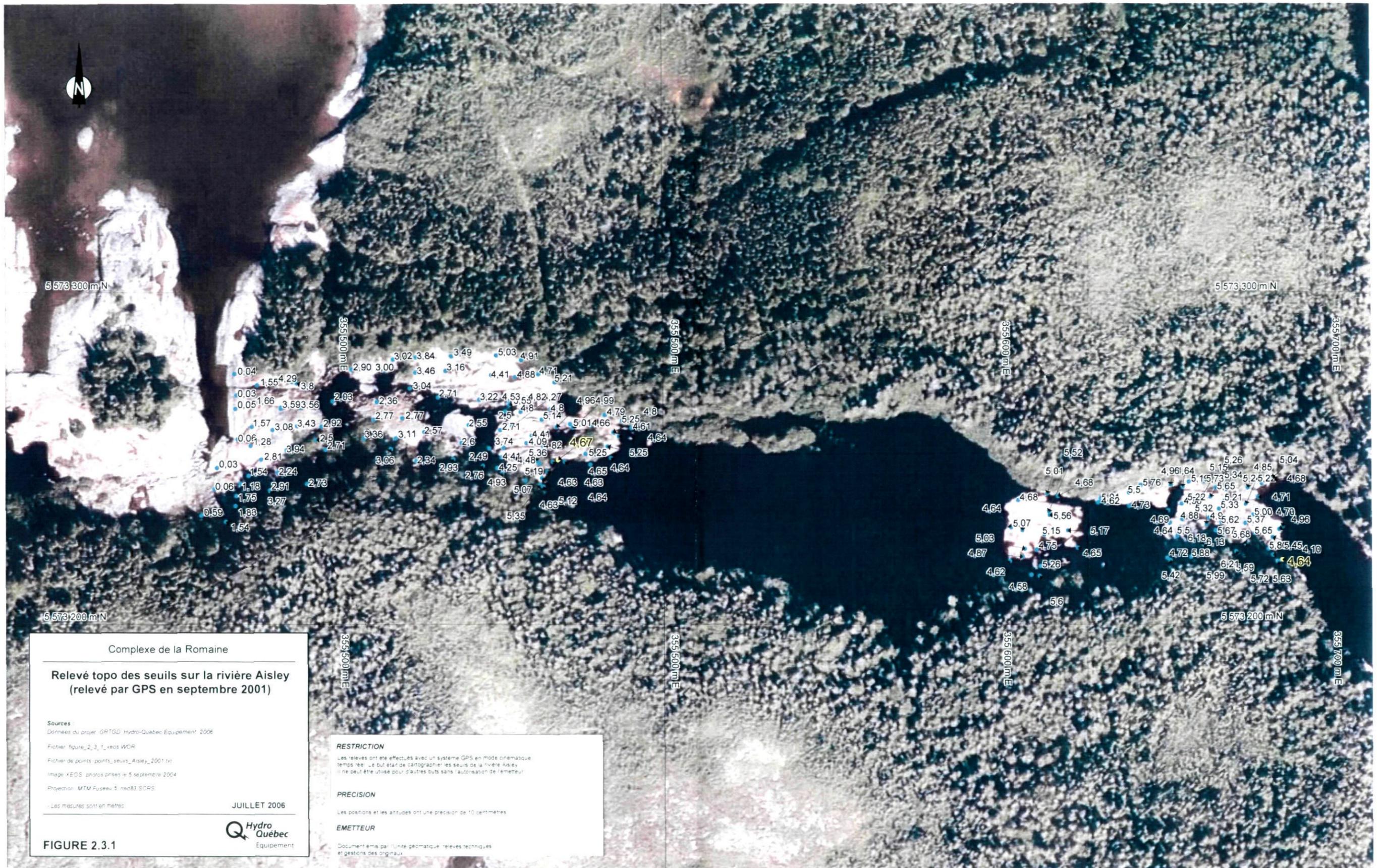
Les relevés ont été effectués avec un système GPS en mode cinématique temps réel. Le but était de cartographier les seuils de la rivière Romaine. Il ne peut être utilisé à d'autres fins sans l'autorisation de l'émetteur.

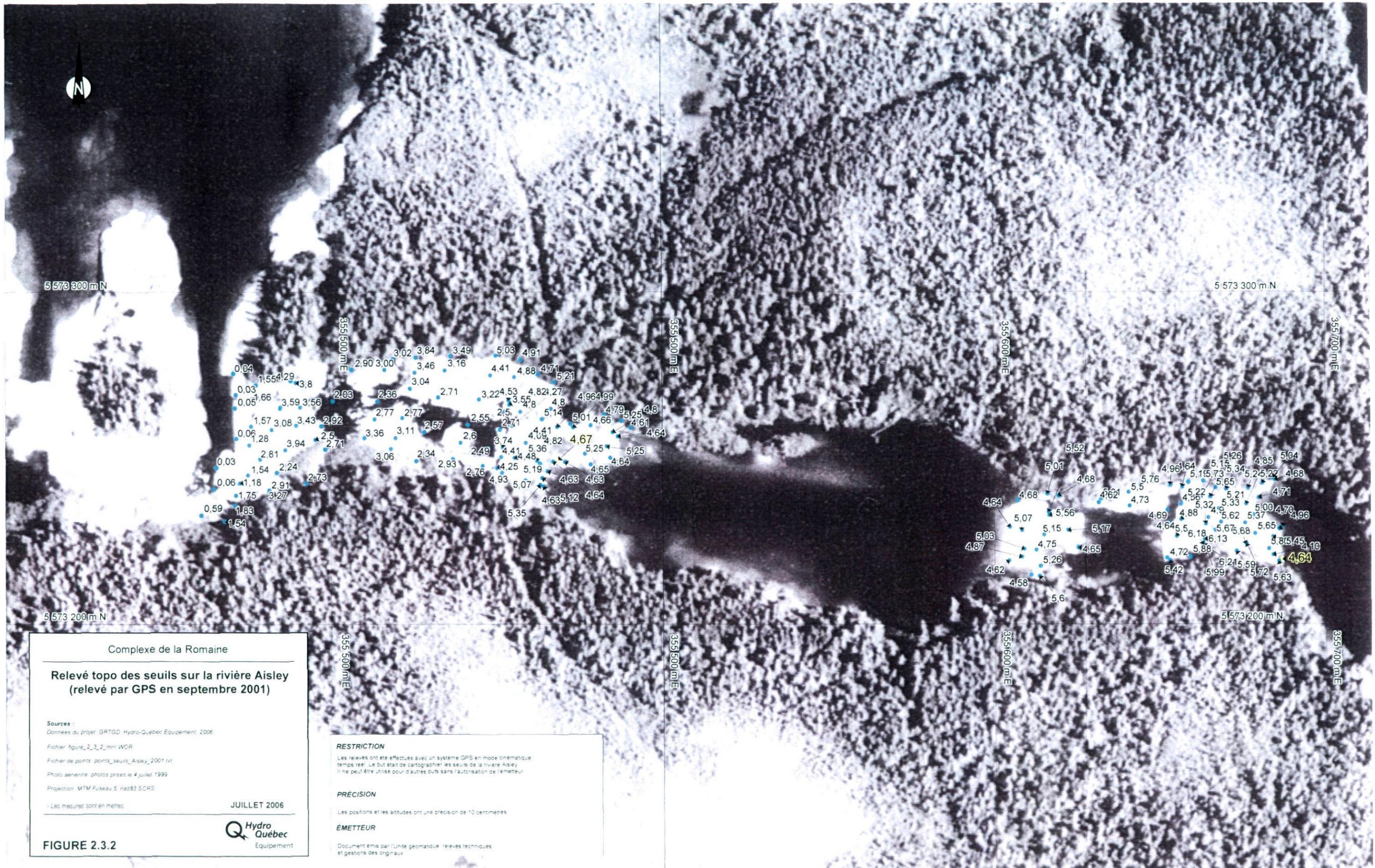
PRÉCISION

Les positions et les altitudes des points topo ont une précision de 10 centimètres.

ÉMETTEUR

Document émis par l'Unité géomatique, relevés techniques et gestions des originaux.





Complexe de la Romaine

**Relevé topo des seuils sur la rivière Aisley
(relevé par GPS en septembre 2001)**

Sources :
 Données du projet GRTGD Hydro-Québec Équipement 2006
 Fichier figure_2_3_2_mn.WCR
 Fichier de points points_seuils_Aisley_2001.txt
 Photo aérienne photos prises le 4 juillet 1999
 Projection MTM Fuseau 5 nad83 SCRS

- Les mesures sont en mètres

JUILLET 2006



FIGURE 2.3.2

RESTRICTION

Les relevés ont été effectués avec un système GPS en mode cinématique temps réel. Le but était de cartographier les seuils de la rivière Aisley. Il ne peut être utilisé pour d'autres buts sans l'autorisation de l'émetteur.

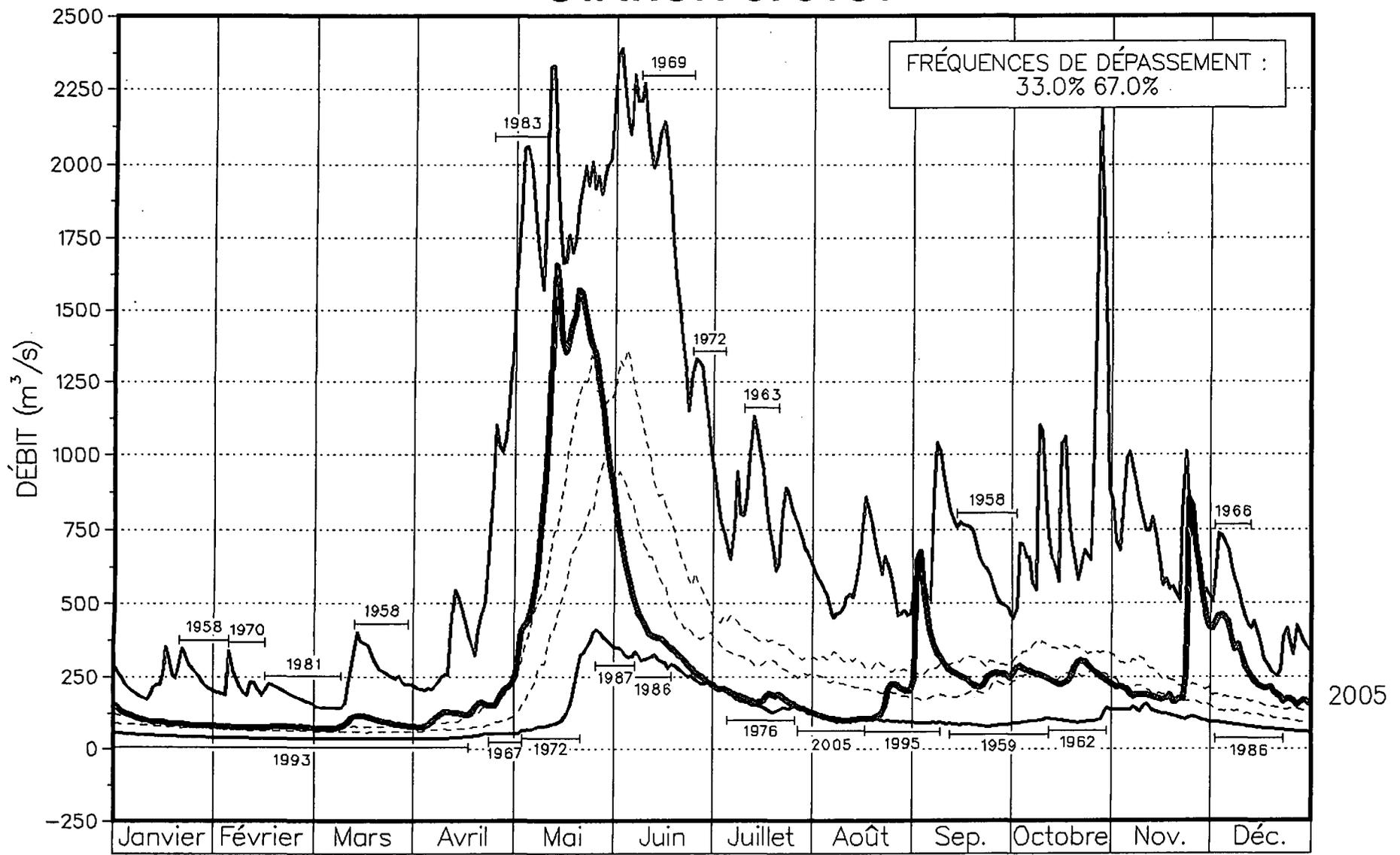
PRÉCISION

Les positions et les altitudes ont une précision de 10 centimètres.

ÉMETTEUR

Document émis par l'Unité géomatique, relevés techniques et gestion des originaux.

RIVIÈRE ROMAINE DÉBITS CLASSÉS D'APRÈS LEUR FRÉQUENCE STATION 073801



Pour la période allant de 1956 à 2006

FIGURE 2.4

RIVIÈRE ROMAINE

DÉBITS CLASSÉS D'APRÈS LEUR FRÉQUENCE

HIVER - STATION 073801

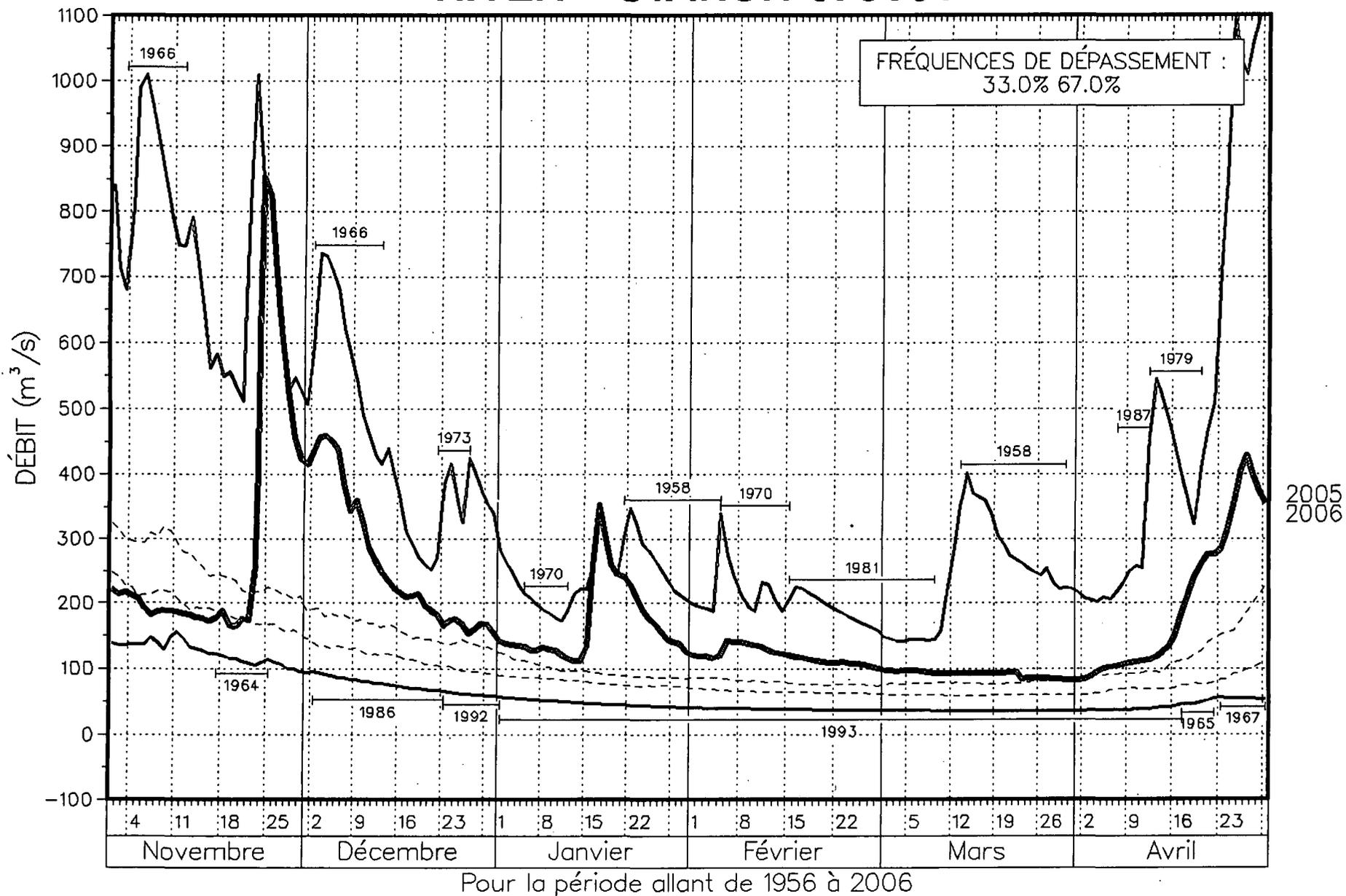
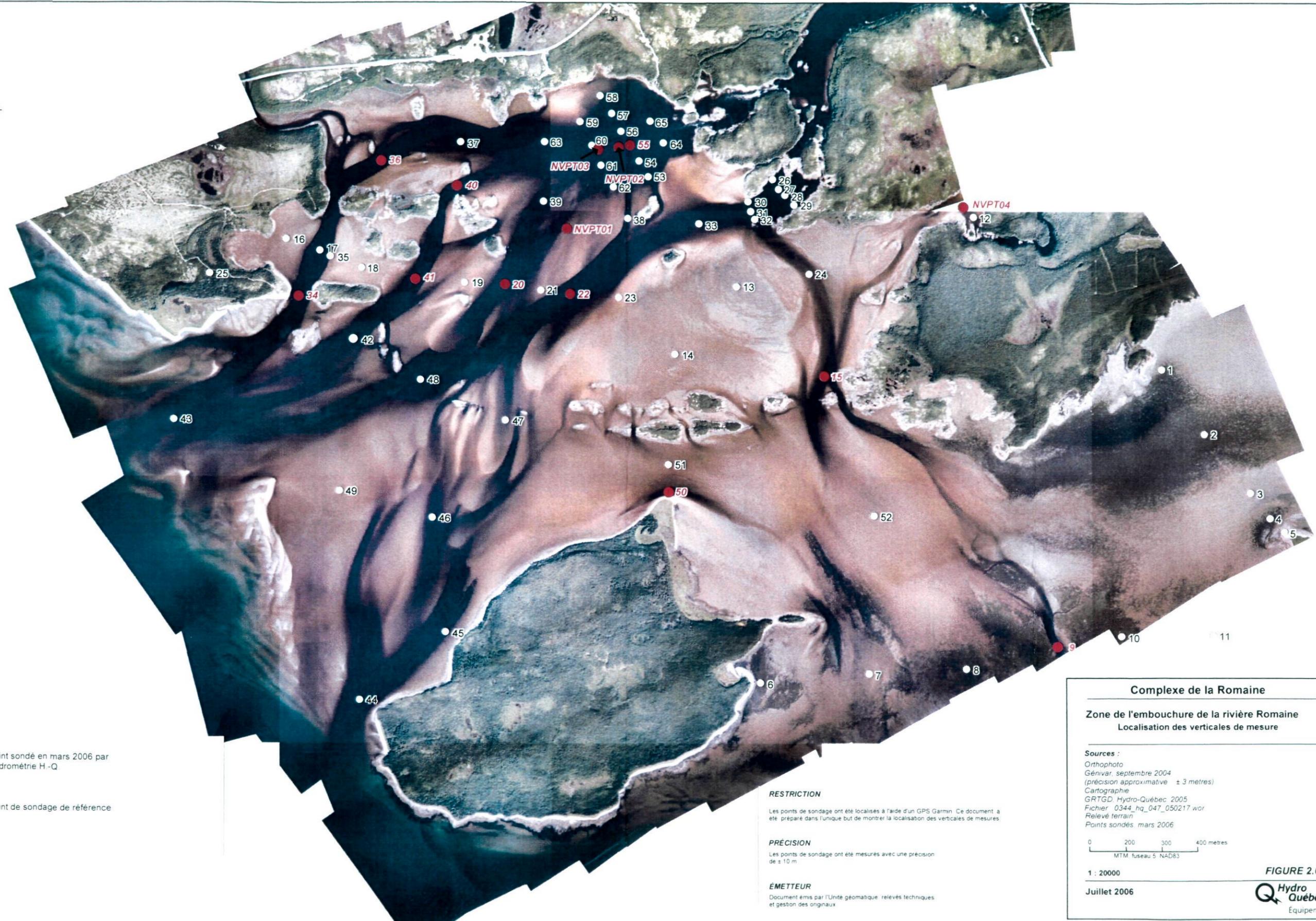


FIGURE 2.5



● Point sondé en mars 2006 par Hydrométrie H.-Q.

○ Point de sondage de référence

RESTRICTION

Les points de sondage ont été localisés à l'aide d'un GPS Garmin. Ce document a été préparé dans l'unique but de montrer la localisation des verticales de mesures.

PRÉCISION

Les points de sondage ont été mesurés avec une précision de ± 10 m.

ÉMETTEUR

Document émis par l'Unité géomatique - relevés techniques et gestion des originaux.

Complexe de la Romaine

Zone de l'embouchure de la rivière Romaine
Localisation des verticales de mesure

Sources :
Orthophoto
Génivar, septembre 2004
(précision approximative ± 3 mètres)
Cartographie
GRTGD, Hydro-Québec, 2005
Fichier : 0344_hq_047_050217 wor
Relève terrain
Points sondés, mars 2006

0 200 300 400 mètres
MTM, fuseau 5 NAD83

1 : 20000

Juillet 2006

FIGURE 2.6

Limites des glaces et localisation des mesures de salinité

Point de mesure	Profondeur (m)	Température (°C)	Salinité psu	Heure
69	0.02	0.75	23.8	08:06
70	0.01	-0.35	0.1	
70	0.15	-1.26	24.2	
70	0.30	-1.26	24.2	08:17
71	0.01	-1.00	17.0	
71	0.02	-0.57	15.7	
71	0.04	-0.17	6.2	08:37
72	0.01	-0.40	9.7	
73	0.01	-0.30	13.7	
73	0.03	-0.82	17.6	09:05
75	0.01	-0.40	24.3	
76	0.01		16.8	
76	0.03	-0.90	22.8	09:05
77	0.01	0.68	5.3	
77	0.02	-0.33	7.3	
77	0.03	-0.47	9.8	09:05
78	0.01	0.77	4.4	
78	0.03	-0.01	6.4	
78	0.05	-0.48	11.2	09:05
78	0.07	-1.21	24.8	
206	0.10	-0.70	24.3	

note : relevés du 12 janvier 2005
 profondeur sous la surface de l'eau

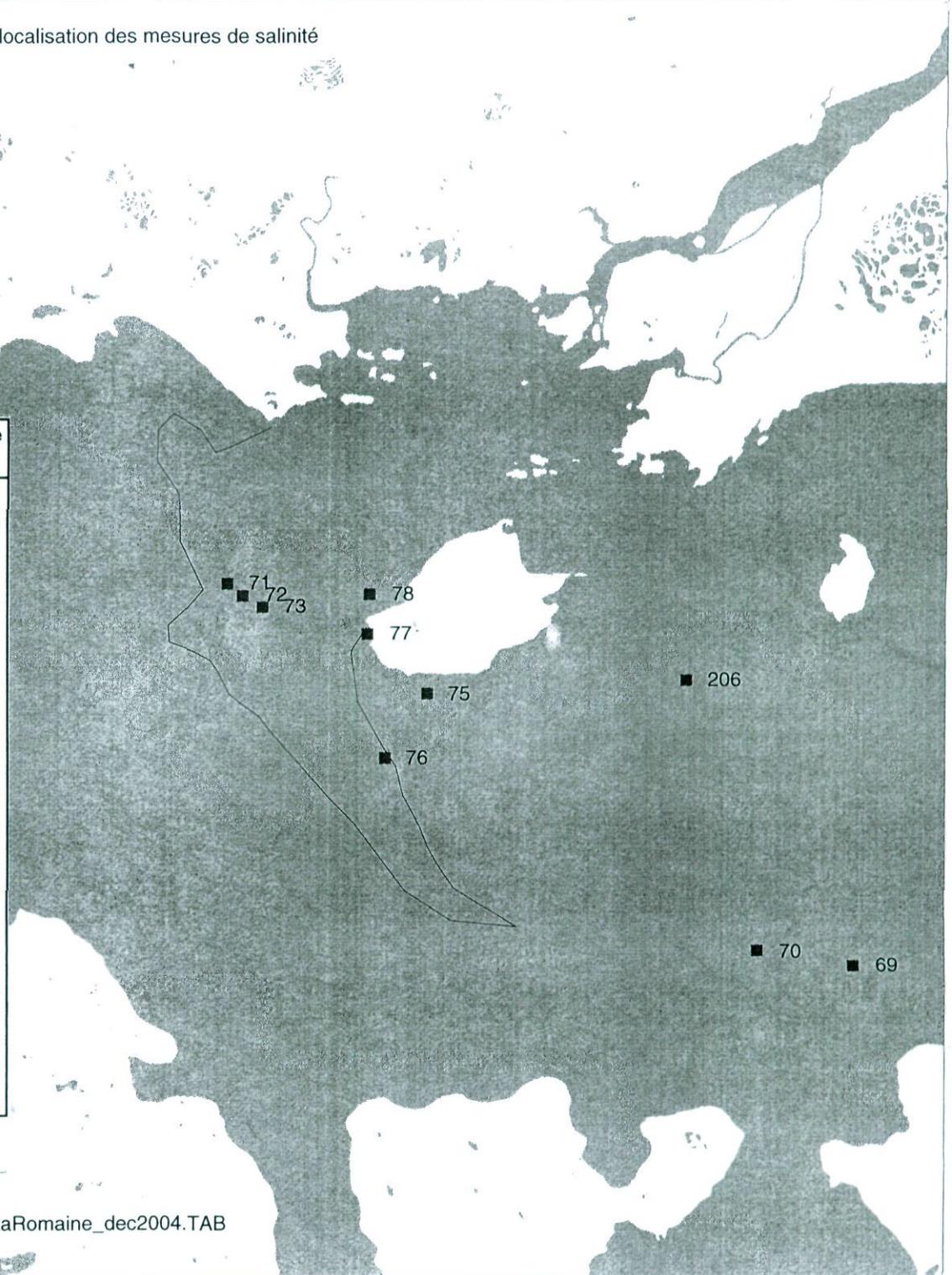
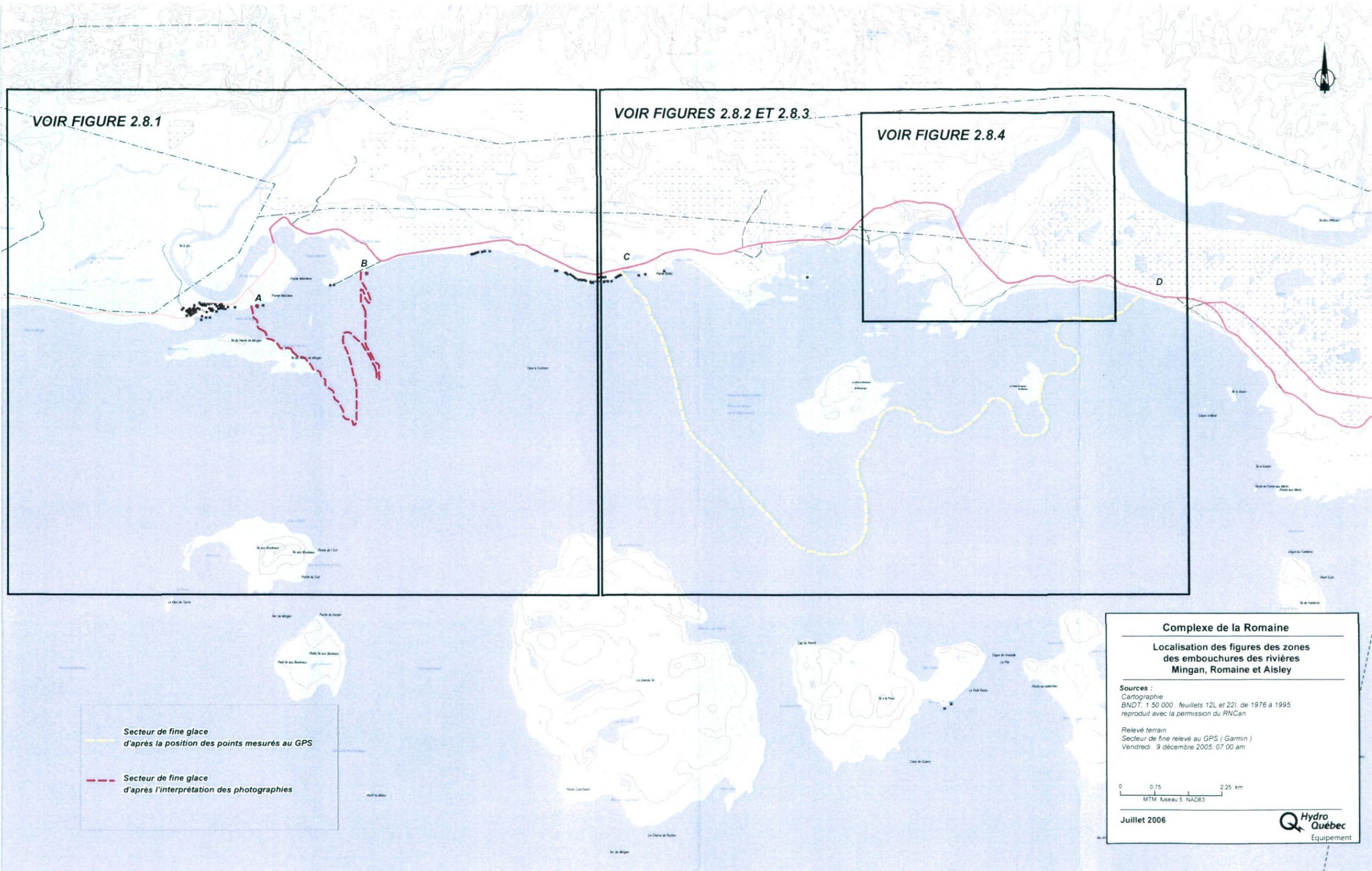


FIGURE 2.7



VOIR FIGURE 2.8.1

VOIR FIGURES 2.8.2 ET 2.8.3

VOIR FIGURE 2.8.4

Secteur de fine glace
d'après la position des points mesurés au GPS

Secteur de fine glace
d'après l'interprétation des photographies

Complexe de la Romaine

**Localisation des figures des zones
des embouchures des rivières
Mingan, Romaine et Aisley**

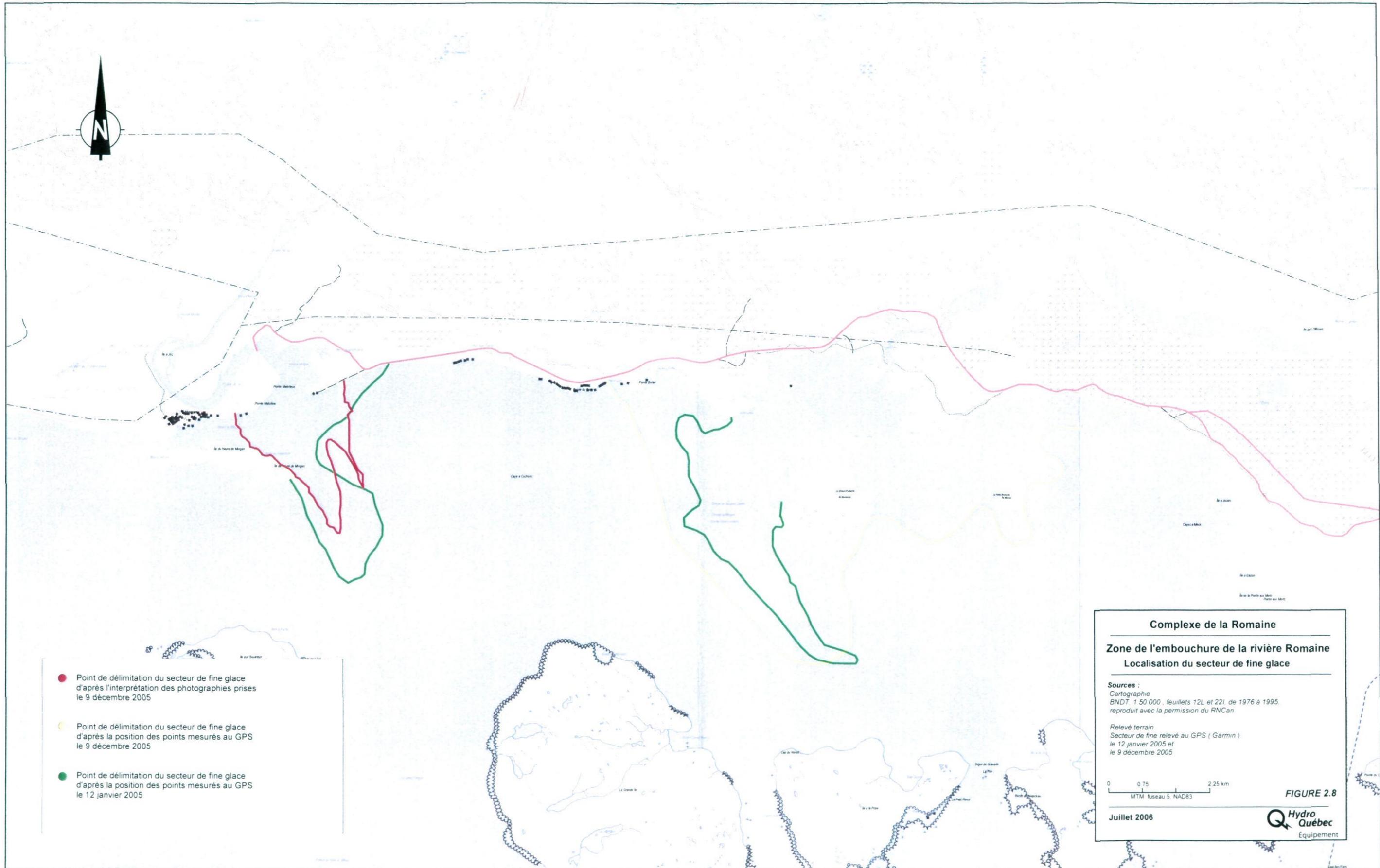
Sources :
Cartographie
BNDT, 1 50 000, feuillets 12L et 22I, de 1976 à 1995,
reproduit avec la permission du RNCan

Relevé terrain
Secteur de fine relevé au GPS (Garmin)
Vendredi 9 décembre 2005, 07 00 am

0 0,75 2,25 km
MTM fuseau 5 NAD83

Juillet 2006





Complexe de la Romaine

Zone de l'embouchure de la rivière Romaine
Localisation du secteur de fine glace

Sources :
Cartographie
BNDT 1 50 000, feuillets 12L et 22I, de 1976 à 1995,
reproduit avec la permission du RNCan

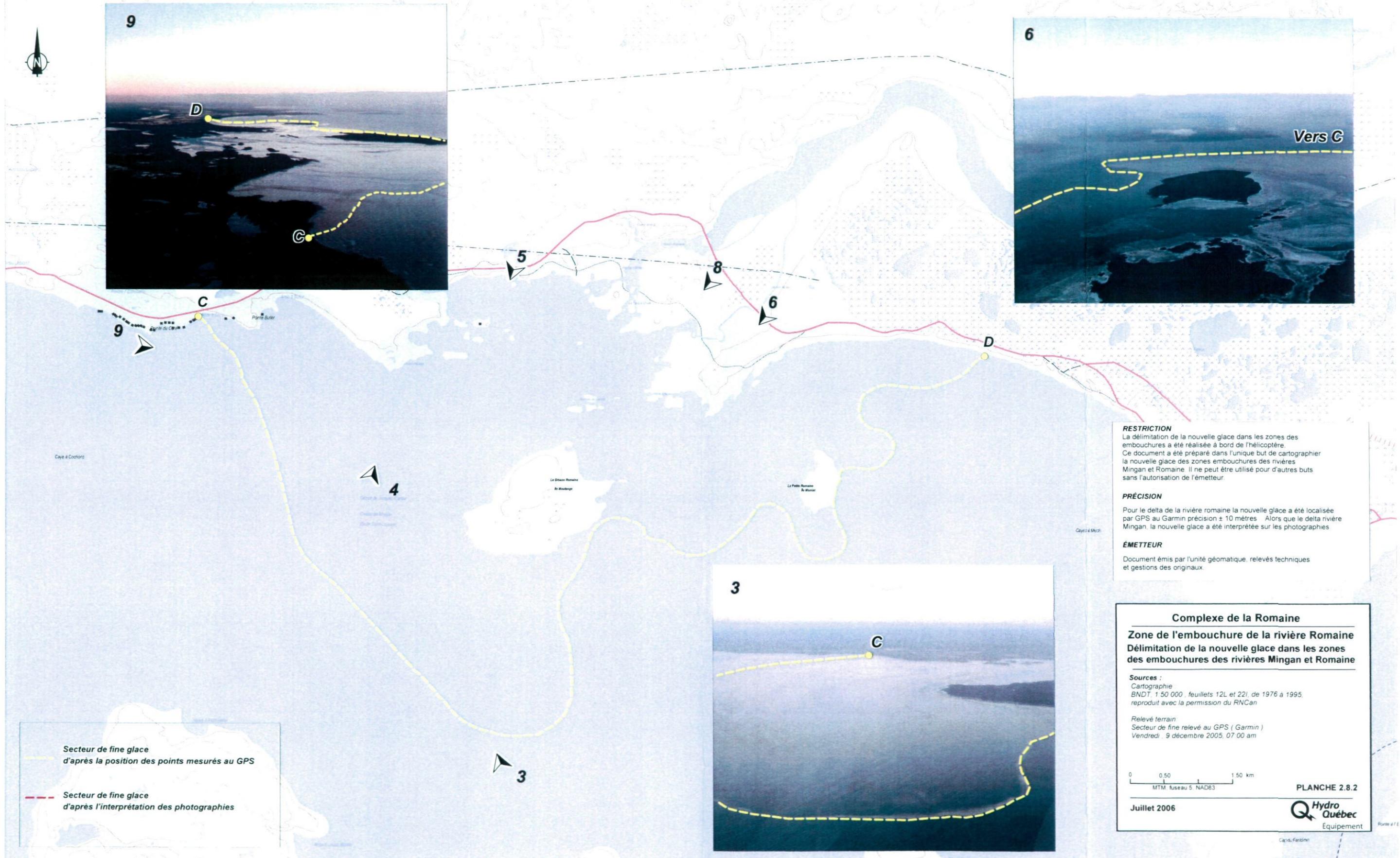
Relevé terrain
Secteur de fine relevé au GPS (Garmin)
le 12 janvier 2005 et
le 9 décembre 2005

0 0.75 2.25 km
MTM fuseau 5 NAD83

FIGURE 2.8

Juillet 2006

Hydro Québec
Équipement



- - - - - Secteur de fine glace d'après l'interprétation des photographies
 - - - - - Secteur de fine glace d'après la position des points mesurés au GPS

RESTRICTION
 La délimitation de la nouvelle glace dans les zones des embouchures a été réalisée à bord de l'hélicoptère. Ce document a été préparé dans l'unique but de cartographier la nouvelle glace des zones embouchures des rivières Mingan et Romaine. Il ne peut être utilisé pour d'autres buts sans l'autorisation de l'émetteur.

PRÉCISION
 Pour le delta de la rivière romaine la nouvelle glace a été localisée par GPS au Garmin précision ± 10 mètres. Alors que le delta rivière Mingan, la nouvelle glace a été interprétée sur les photographies.

ÉMETTEUR
 Document émis par l'unité géomatique, relevés techniques et gestions des originaux.

Complexe de la Romaine

Zone de l'embouchure de la rivière Romaine

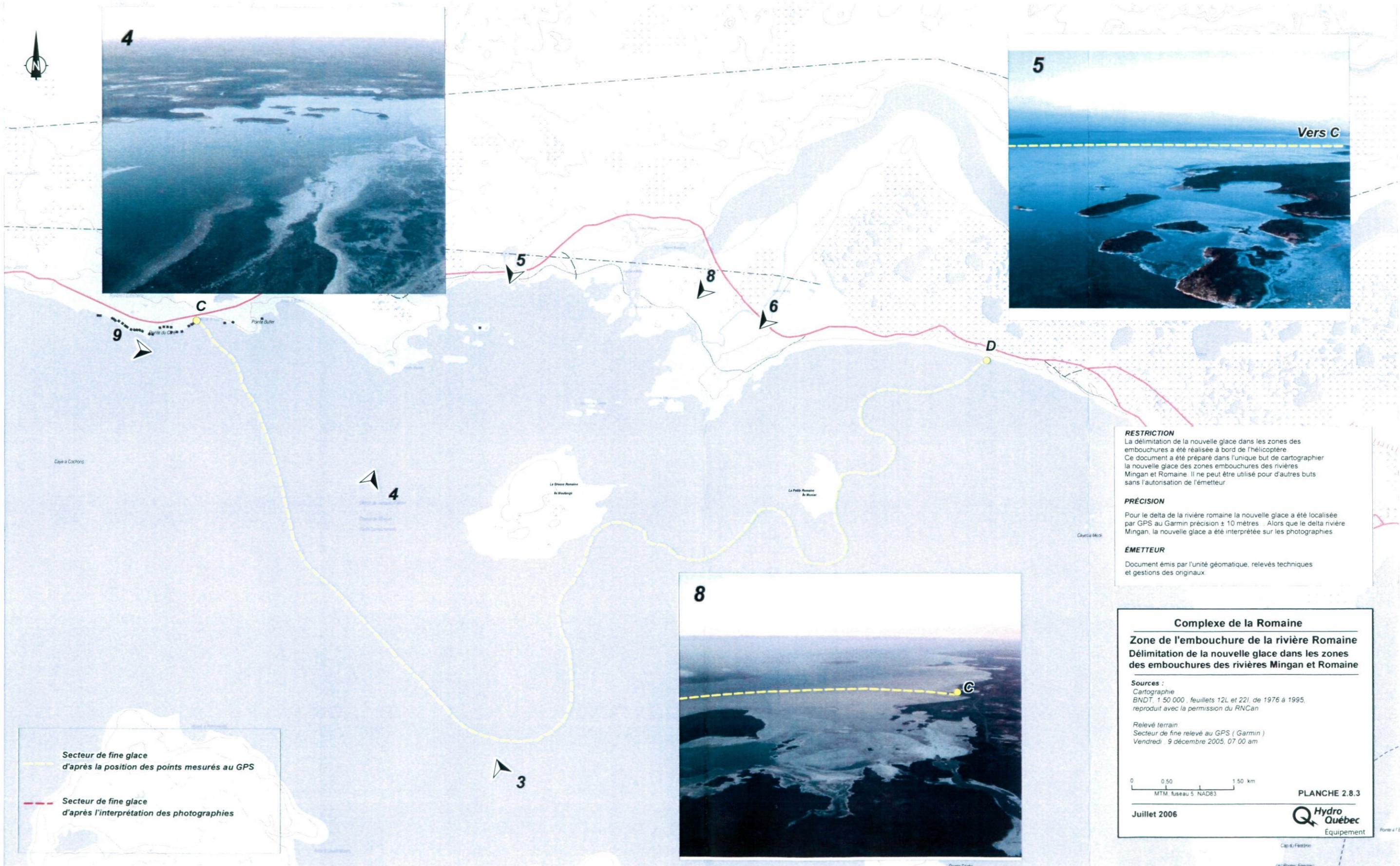
Délimitation de la nouvelle glace dans les zones des embouchures des rivières Mingan et Romaine

Sources :
 Cartographie
 BNDT, 1 50 000, feuillets 12L et 22I, de 1976 à 1995, reproduit avec la permission du RNCan

Relevé terrain
 Secteur de fine relevé au GPS (Garmin)
 Vendredi, 9 décembre 2005, 07:00 am

0 0,50 1,50 km
 MTM, fuseau 5, NAD83

PLANCHE 2.8.2
 Hydro Québec
 Juillet 2006
 Équipement



RESTRICTION
 La délimitation de la nouvelle glace dans les zones des embouchures a été réalisée à bord de l'hélicoptère. Ce document a été préparé dans l'unique but de cartographier la nouvelle glace des zones embouchures des rivières Mingan et Romaine. Il ne peut être utilisé pour d'autres buts sans l'autorisation de l'émetteur.

PRÉCISION
 Pour le delta de la rivière romaine la nouvelle glace a été localisée par GPS au Garmin précision ± 10 mètres. Alors que le delta rivière Mingan, la nouvelle glace a été interprétée sur les photographies.

ÉMETTEUR
 Document émis par l'unité géomatique, relevés techniques et gestions des originaux.

Complexe de la Romaine

Zone de l'embouchure de la rivière Romaine
Délimitation de la nouvelle glace dans les zones des embouchures des rivières Mingan et Romaine

Sources :
 Cartographie
 BNDT, 1 50 000, feuillets 12L et 22I, de 1976 à 1995, reproduit avec la permission du RNCan

Relevé terrain
 Secteur de fine relevé au GPS (Garmin)
 Vendredi, 9 décembre 2005, 07 00 am

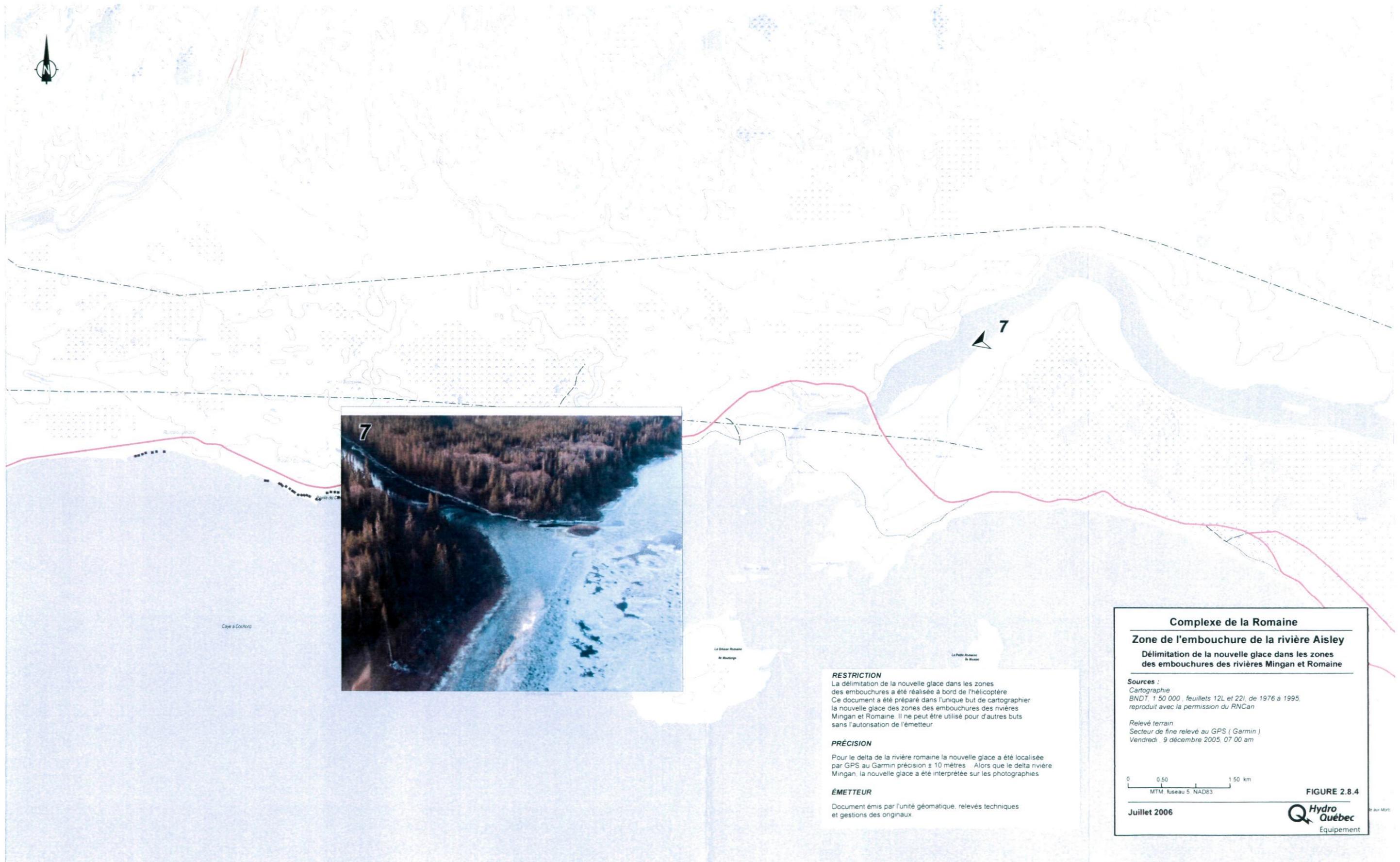
0 0.50 1.50 km
 MTM, fuseau 5, NAD83

PLANCHE 2.8.3

Juillet 2006 **Hydro Québec** Equipement

Secteur de fine glace d'après la position des points mesurés au GPS

Secteur de fine glace d'après l'interprétation des photographies



RESTRICTION
 La délimitation de la nouvelle glace dans les zones des embouchures a été réalisée à bord de l'hélicoptère. Ce document a été préparé dans l'unique but de cartographier la nouvelle glace des zones des embouchures des rivières Mingan et Romaine. Il ne peut être utilisé pour d'autres buts sans l'autorisation de l'émetteur.

PRÉCISION
 Pour le delta de la rivière romaine la nouvelle glace a été localisée par GPS au Garmin précision ± 10 mètres. Alors que le delta rivière Mingan, la nouvelle glace a été interprétée sur les photographies.

ÉMETTEUR
 Document émis par l'unité géomatique, relevés techniques et gestions des originaux.

Complexe de la Romaine
Zone de l'embouchure de la rivière Aisley
 Délimitation de la nouvelle glace dans les zones des embouchures des rivières Mingan et Romaine

Sources :
 Cartographie
 BNDT, 1 50 000, feuillets 12L et 22I, de 1976 à 1995, reproduit avec la permission du RNCan

Relevé terrain
 Secteur de fine relevé au GPS (Garmin)
 Vendredi, 9 décembre 2005, 07 00 am

0 0.50 1.50 km
 MTM, fuseau 5, NAD83

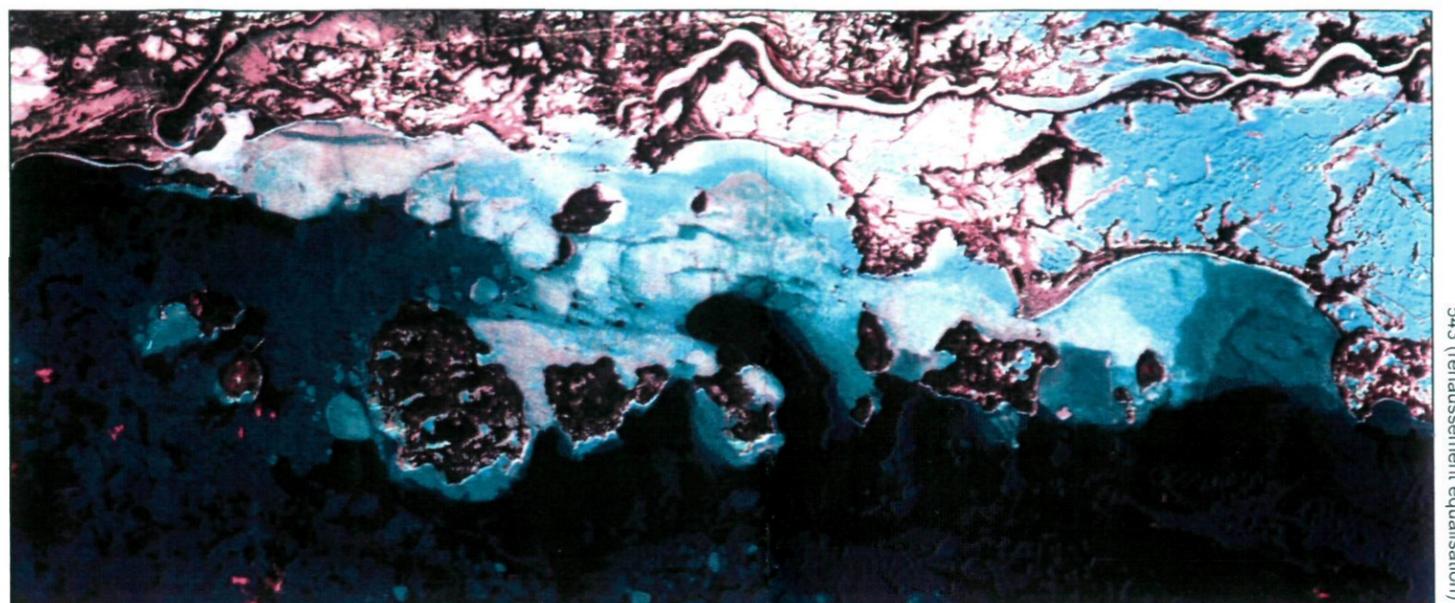
FIGURE 2.8.4

Hydro Québec
 Équipement

Juillet 2006



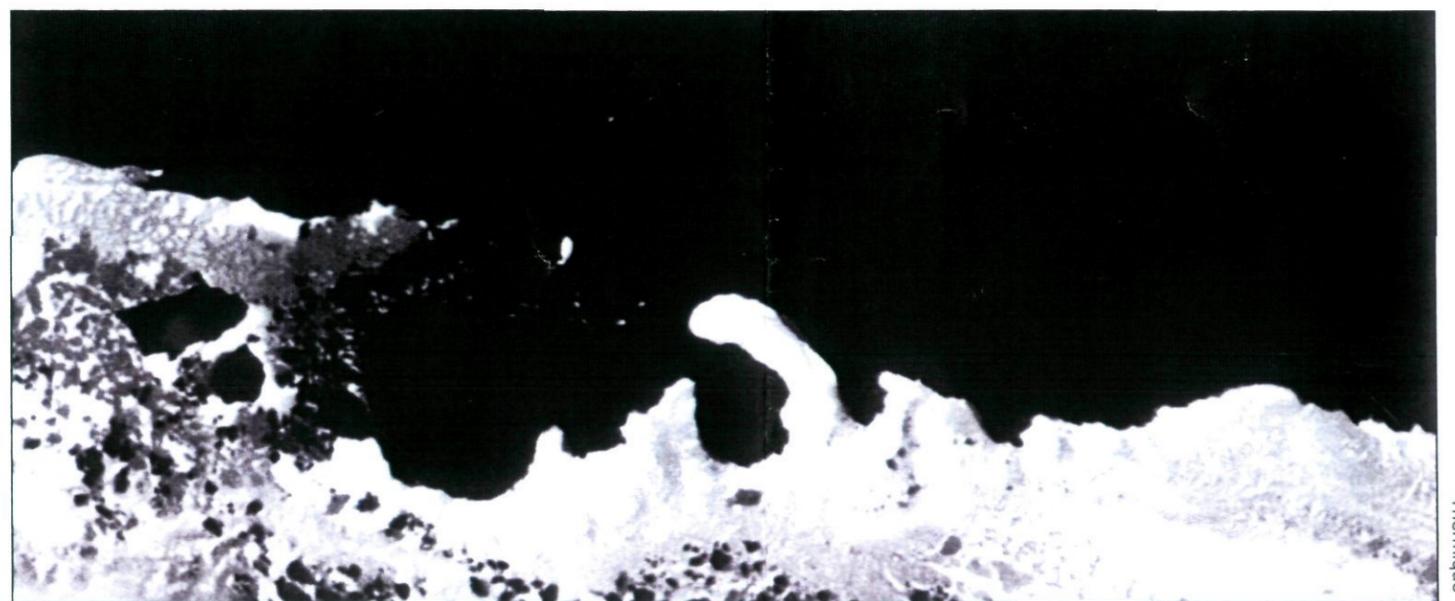
321



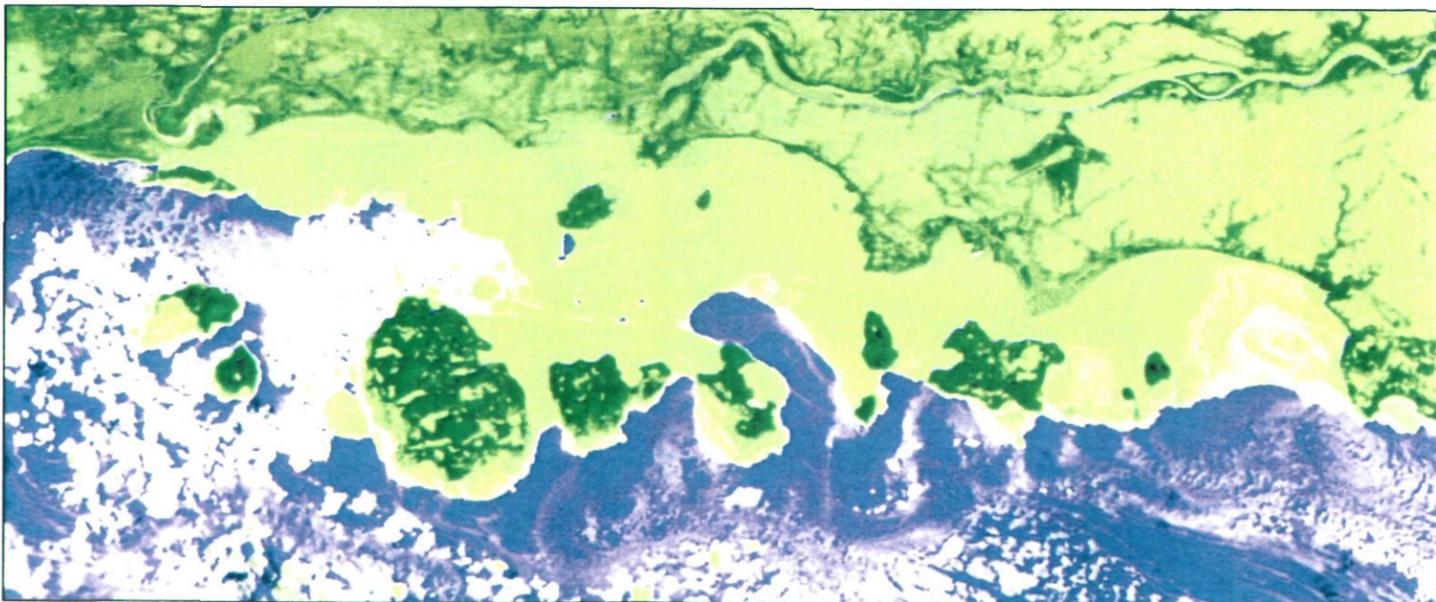
5A3 (renhaussement equalisation)



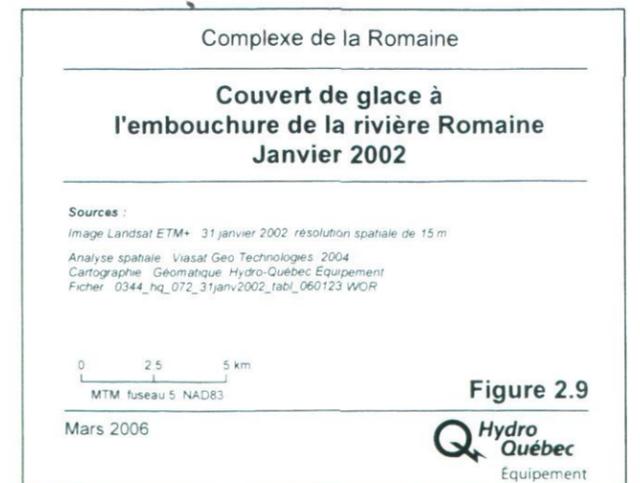
321 (renhaussement equalisation)

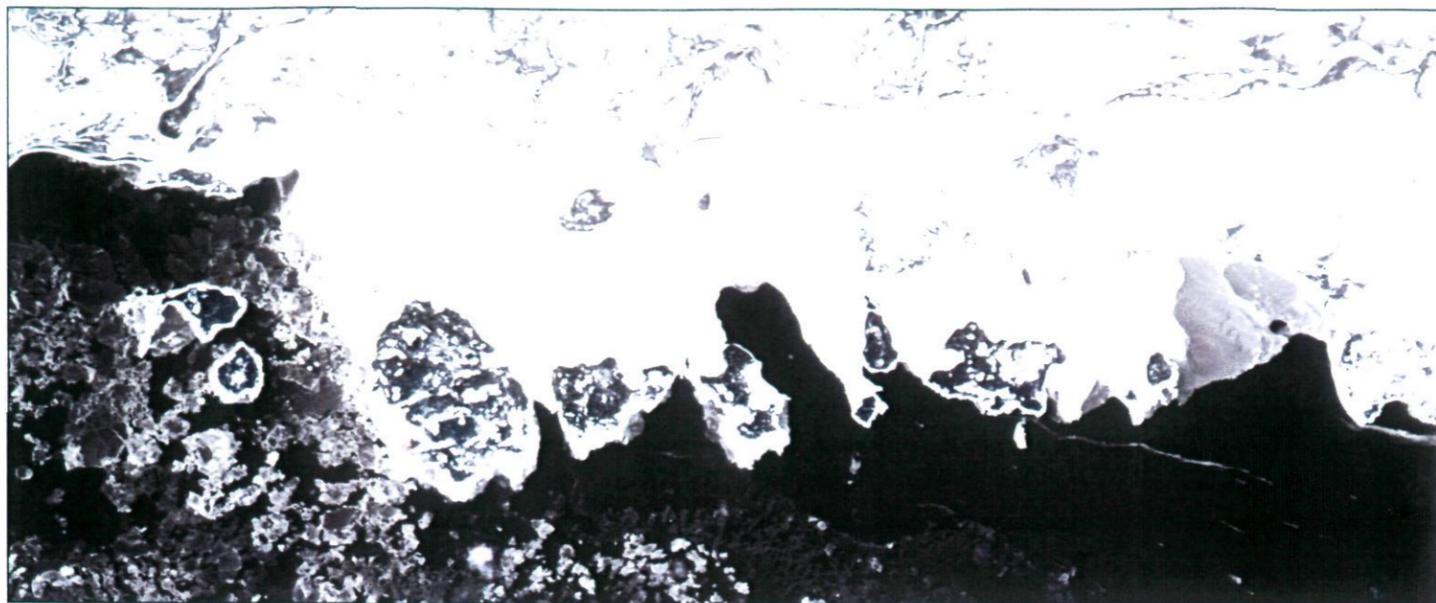


Thermique

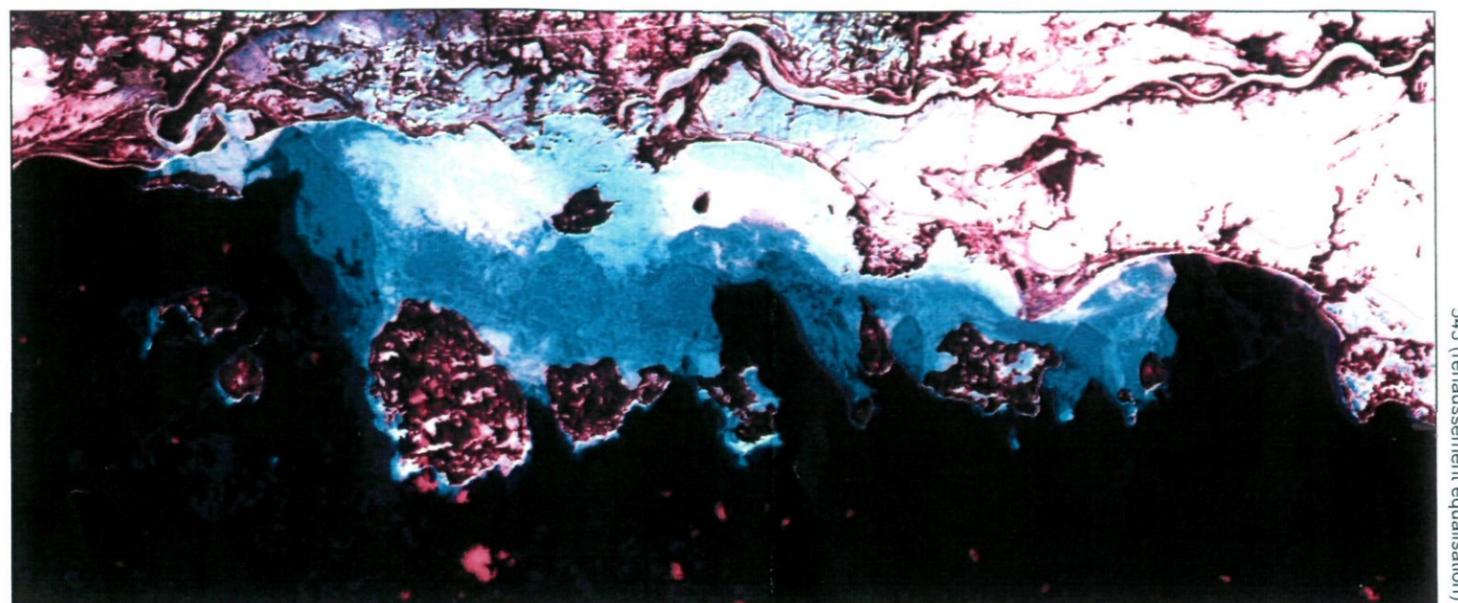


Rapport de bandes

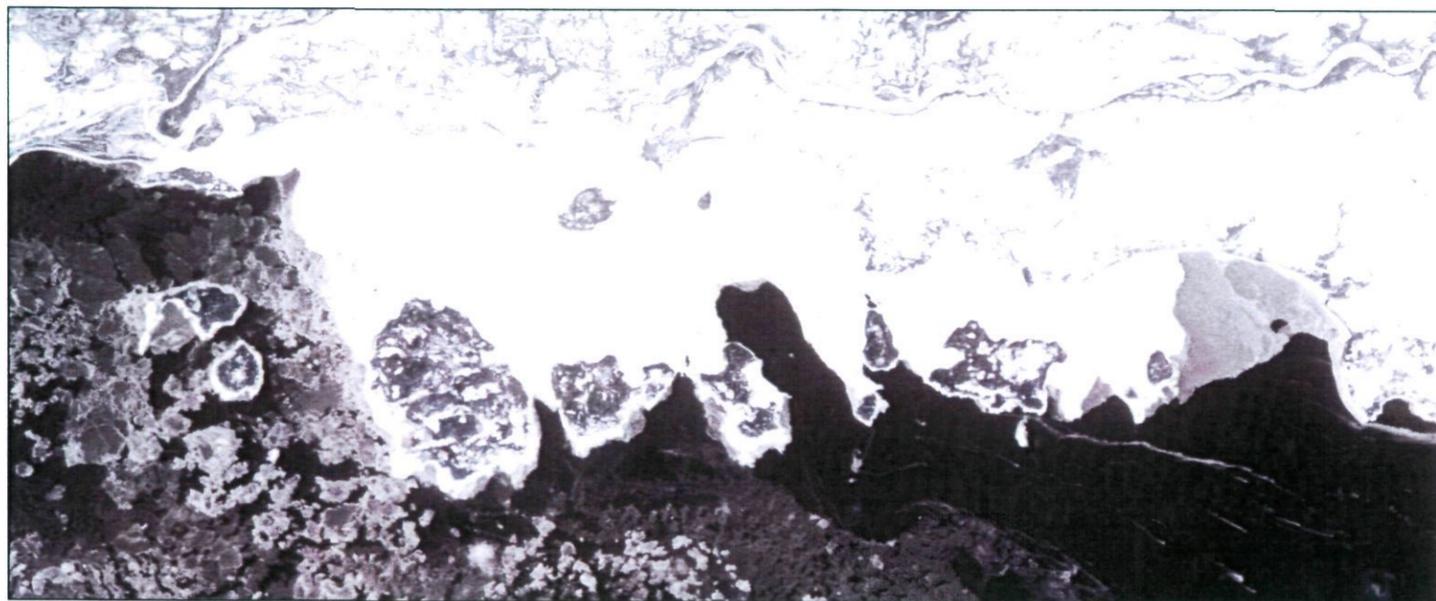




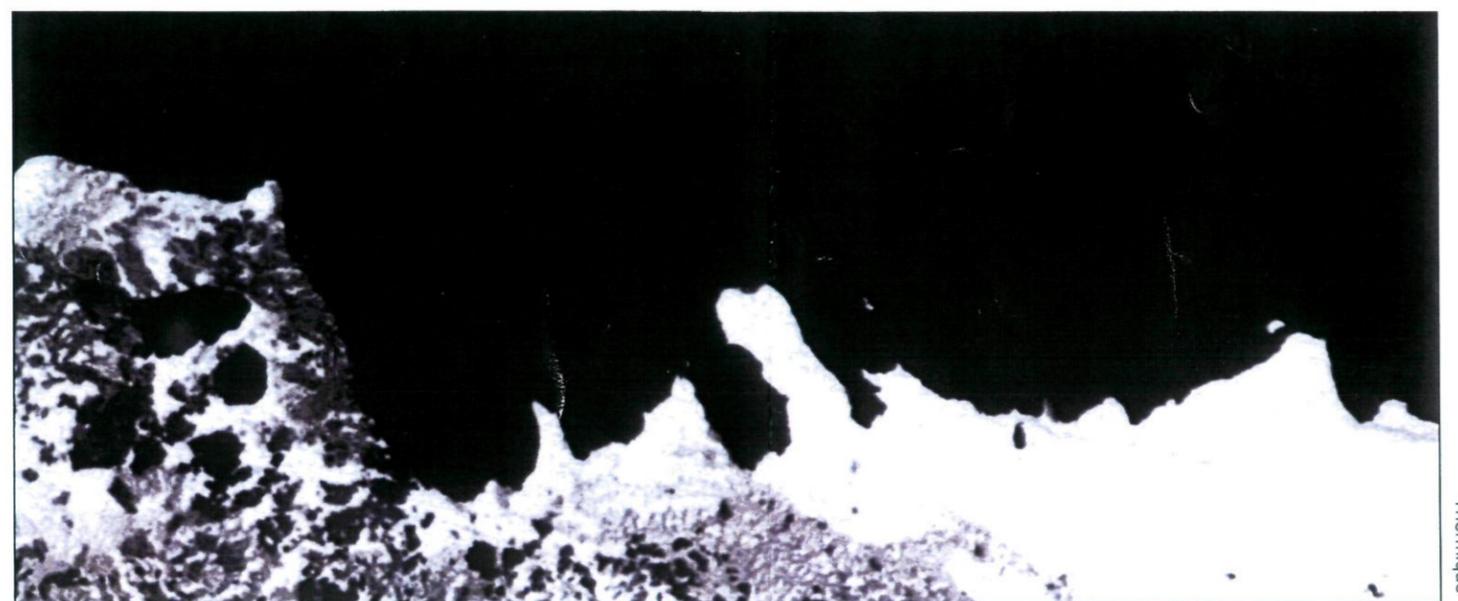
321



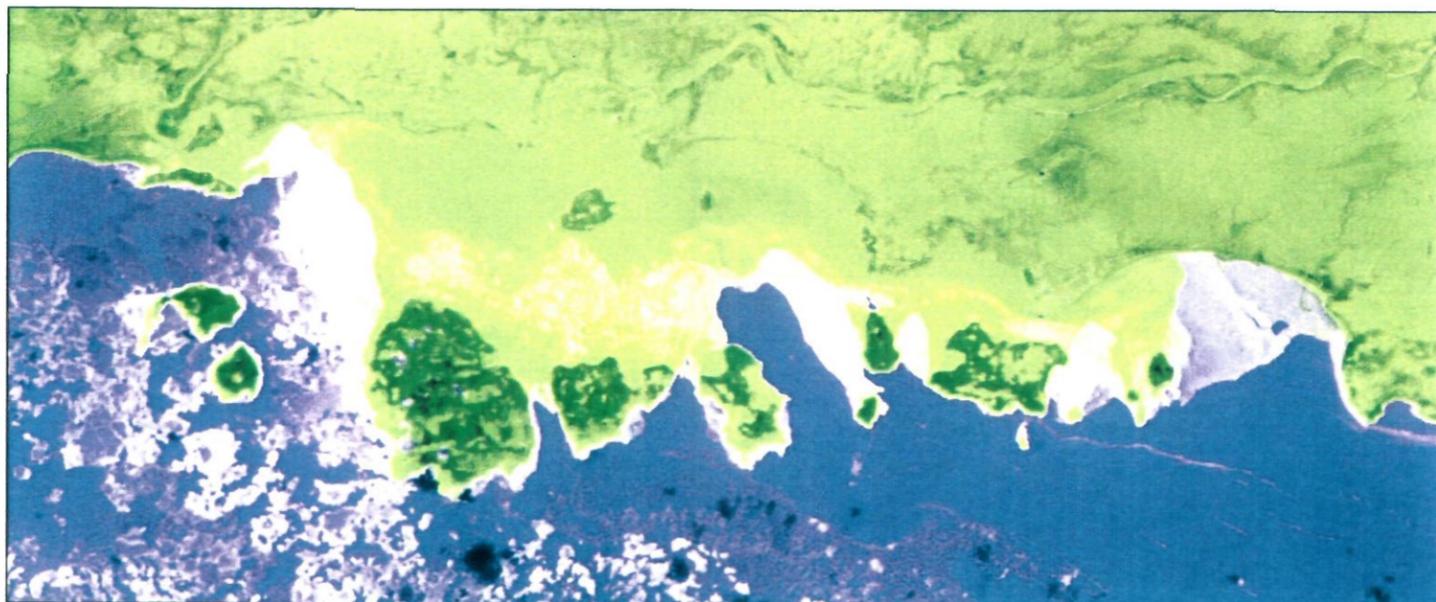
543 (rehaussement equalisation)



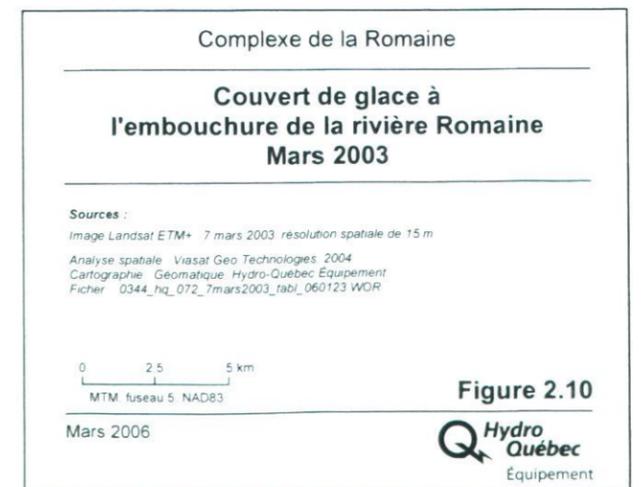
321 (rehaussement equalisation)

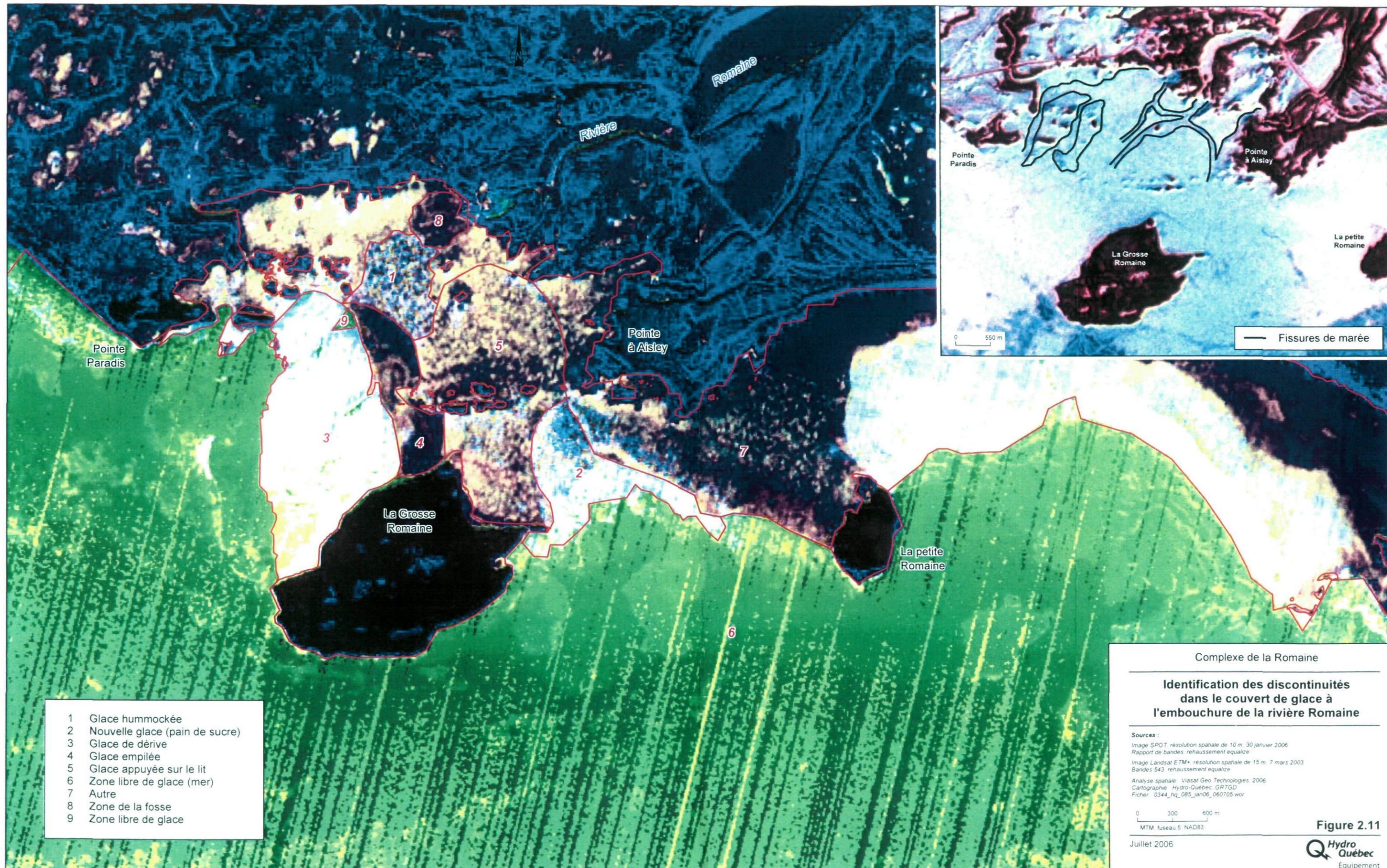


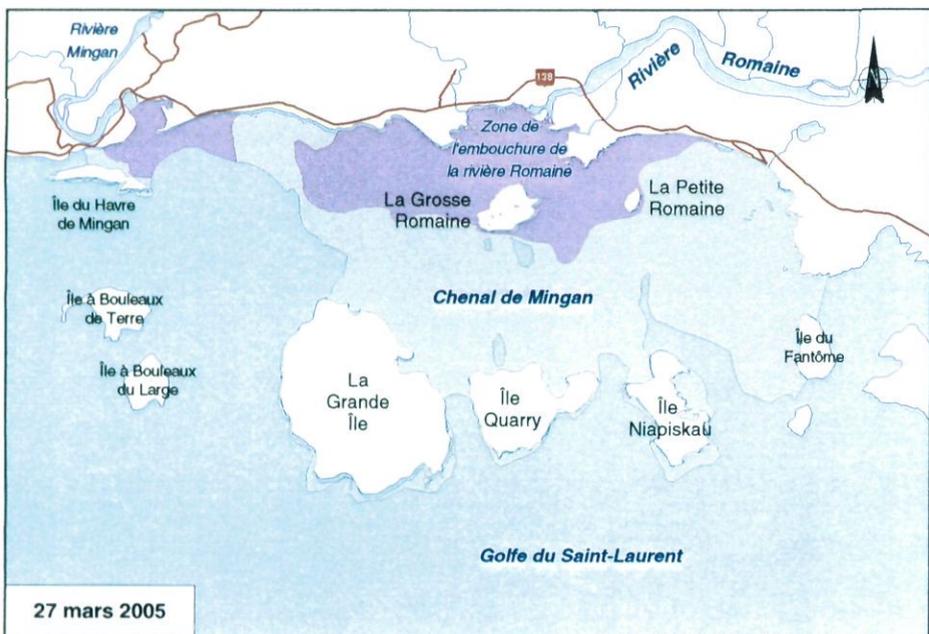
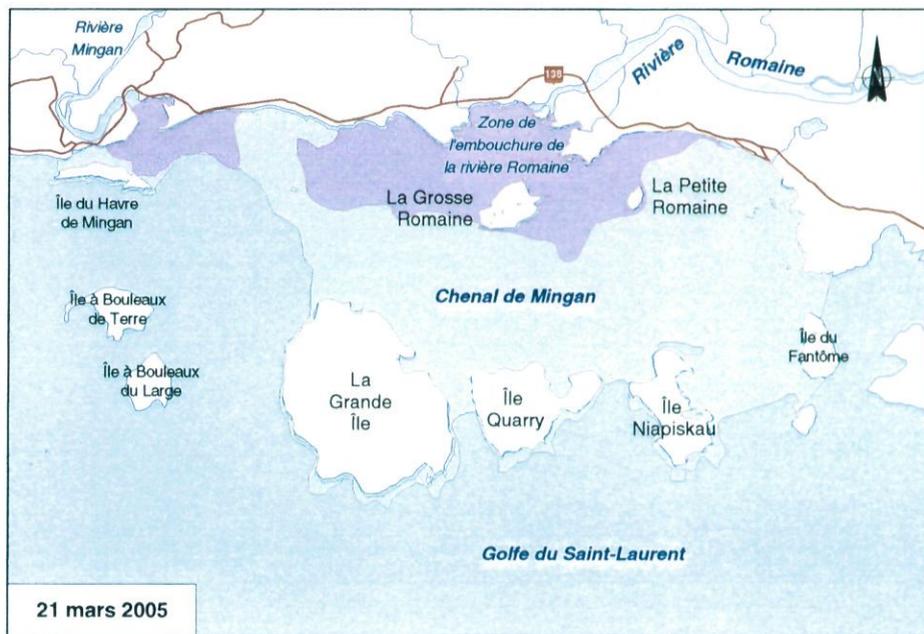
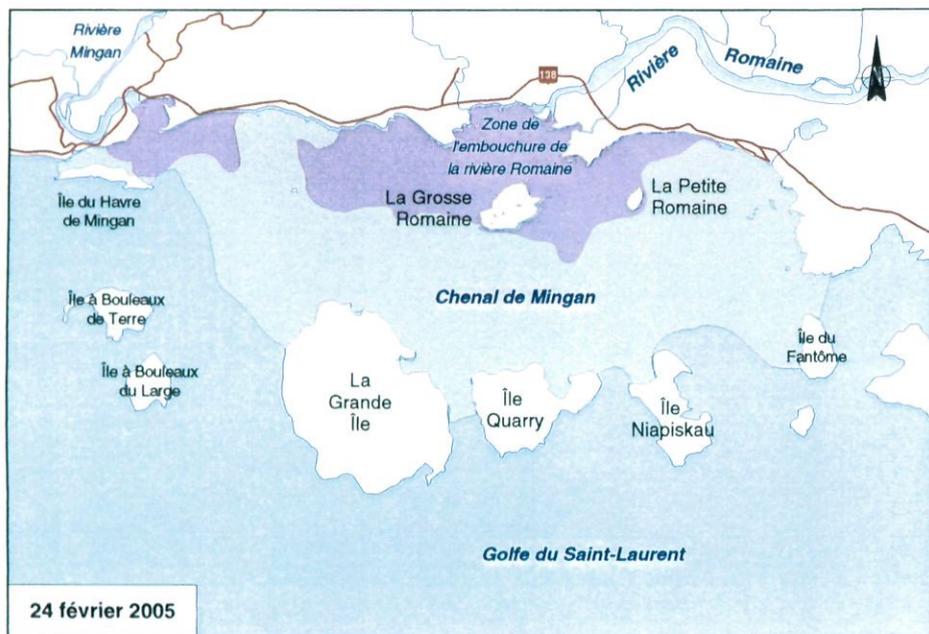
Thermique



Rapport de bandes







Complexe de la Romaine

Couvert de glace, hiver 2005

-  Couvert de glace
-  Couvert de glace avec neige

Sources :

Base : BDTA, 1 : 250 000, MRN Québec, 2002

Inventaires : Environnement Ilimité inc., 2005

Cartographie : Carto-Média

Fichier : 0344_cm_057_couvert_051116.wor

0 2,5 5 km

MTM, fuseau 5, NAD83

Novembre 2005

DOCUMENT DE TRAVAIL

FIGURE 2.12

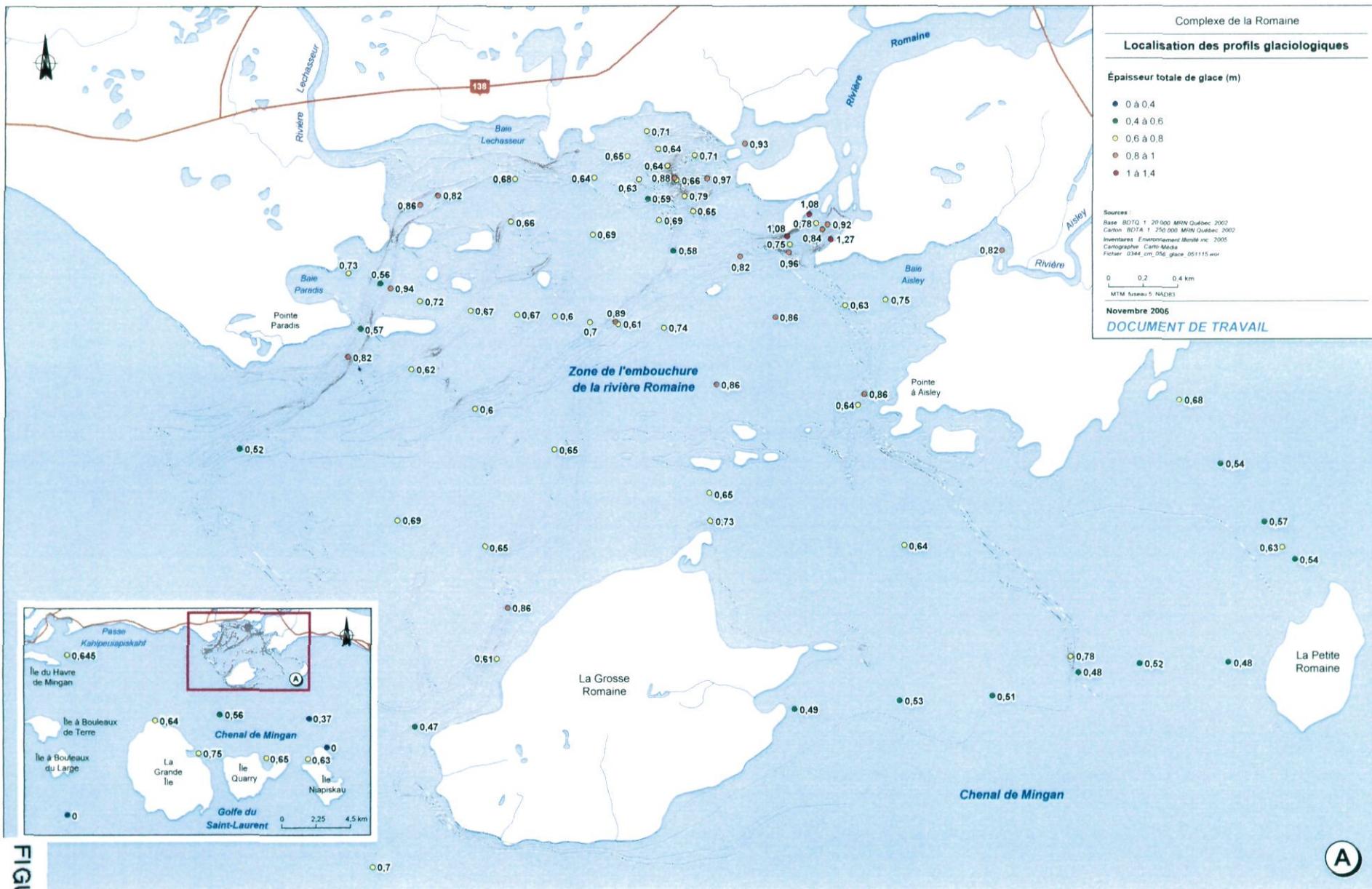


FIGURE 2.13

ZONE DE L'EMBOUCHURE DE LA RVIÈRE ROMAINE TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES À LA STATION 7043018

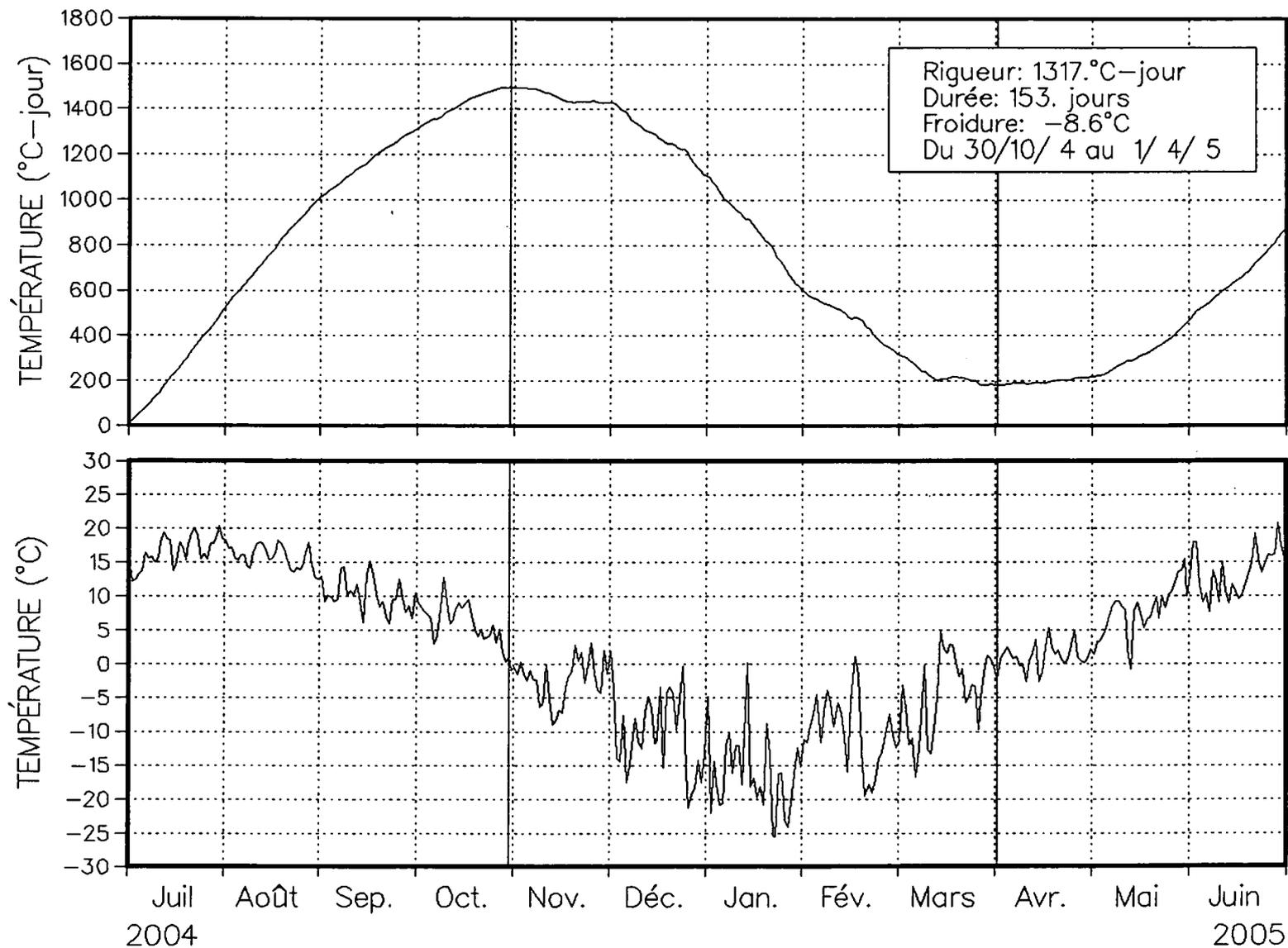


FIGURE 3.1

ZONE DE L'EMBOUCHURE DE LA RVIÈRE ROMAINE TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES À LA STATION 7043018

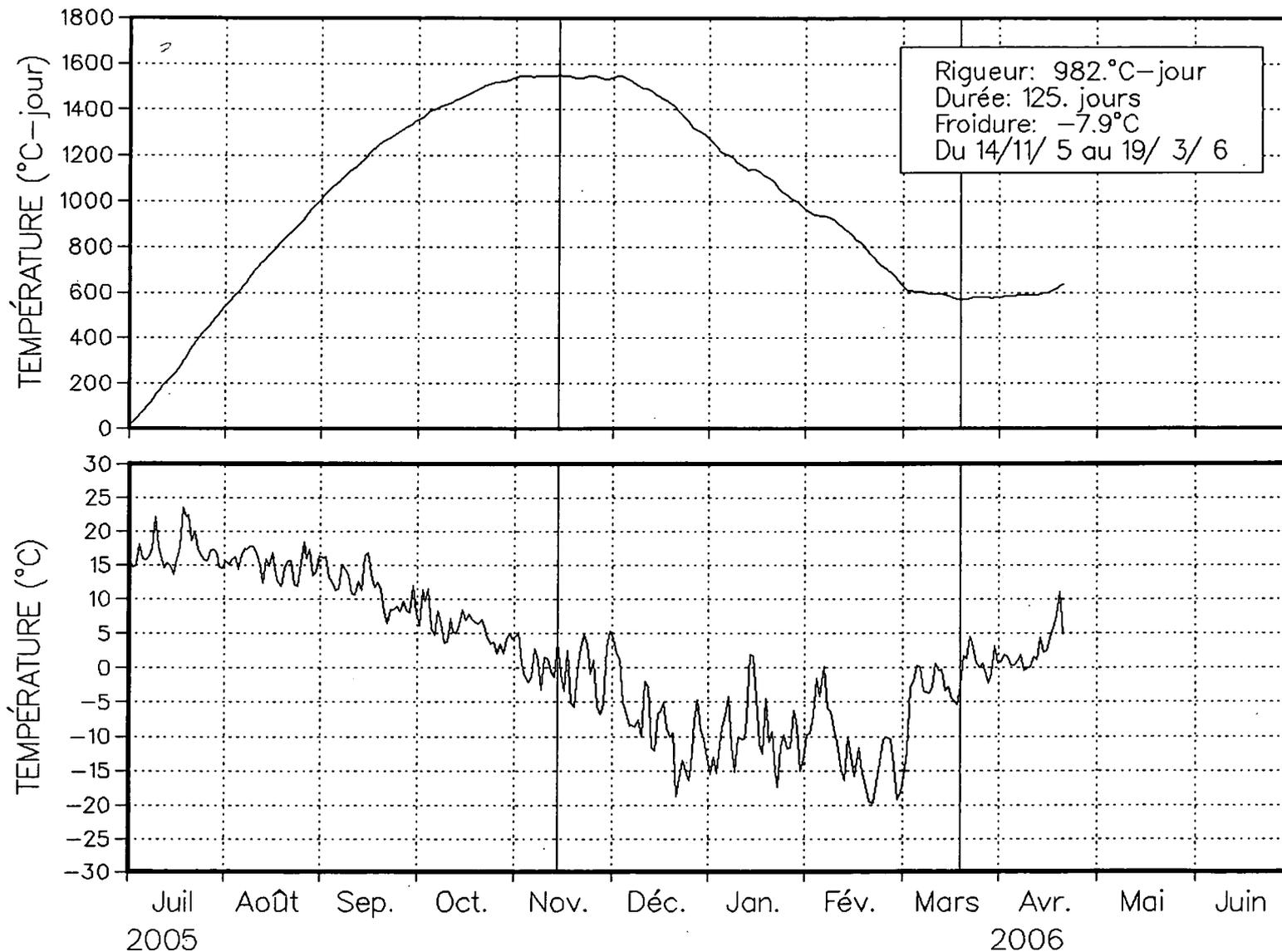


FIGURE 3.2

CHRONOGRAMME DES HIVERS GLACIOLOGIQUES À HAVRE SAINT-PIERRE

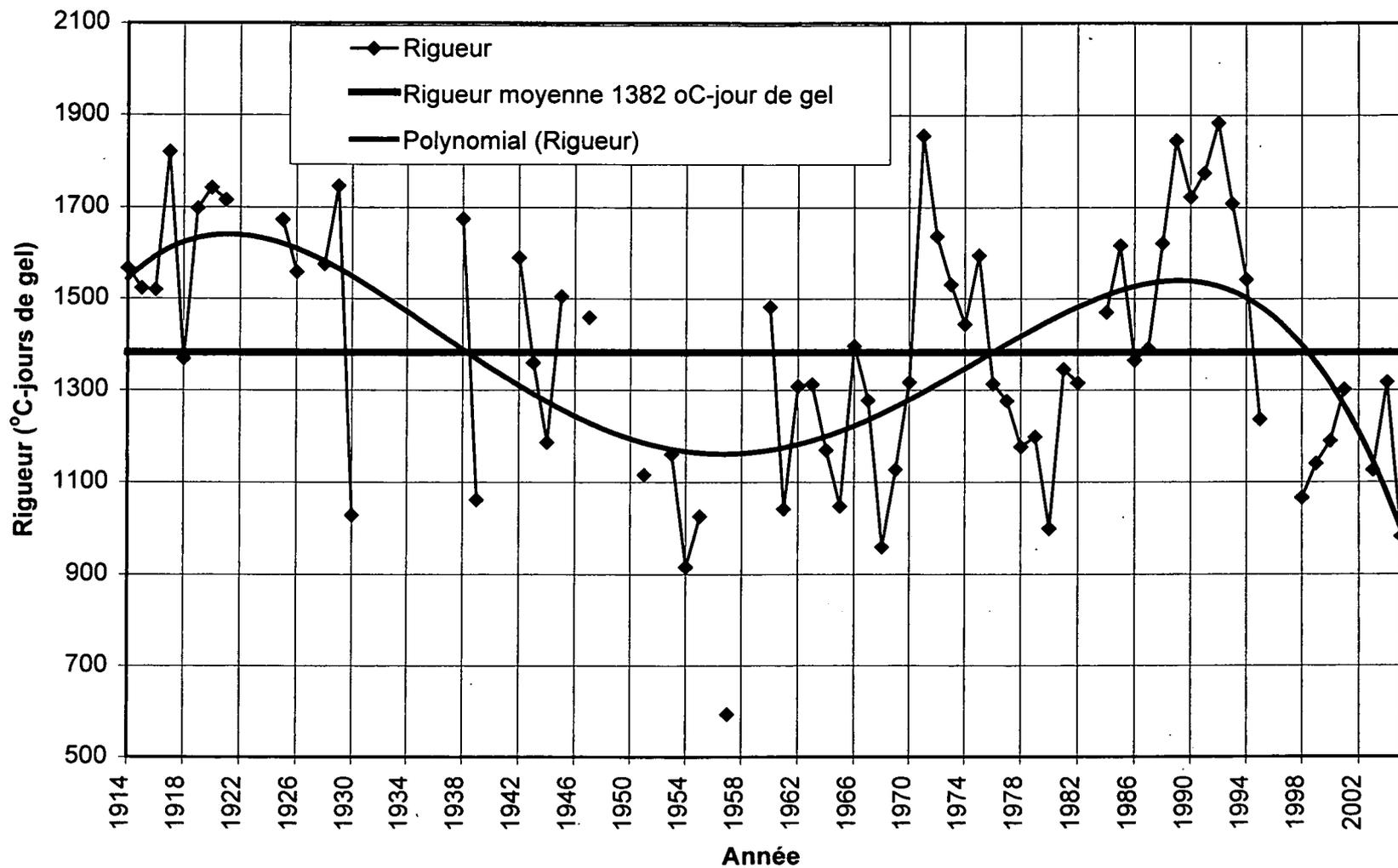


FIGURE 3.3

25-06-06 07:41

HIVERS GLACIOLOGIQUES À HAVRE SAINT-PIERRE LOI LOG-PEARSON III – RIGUEUR DES HIVERS: 67 ANNEES

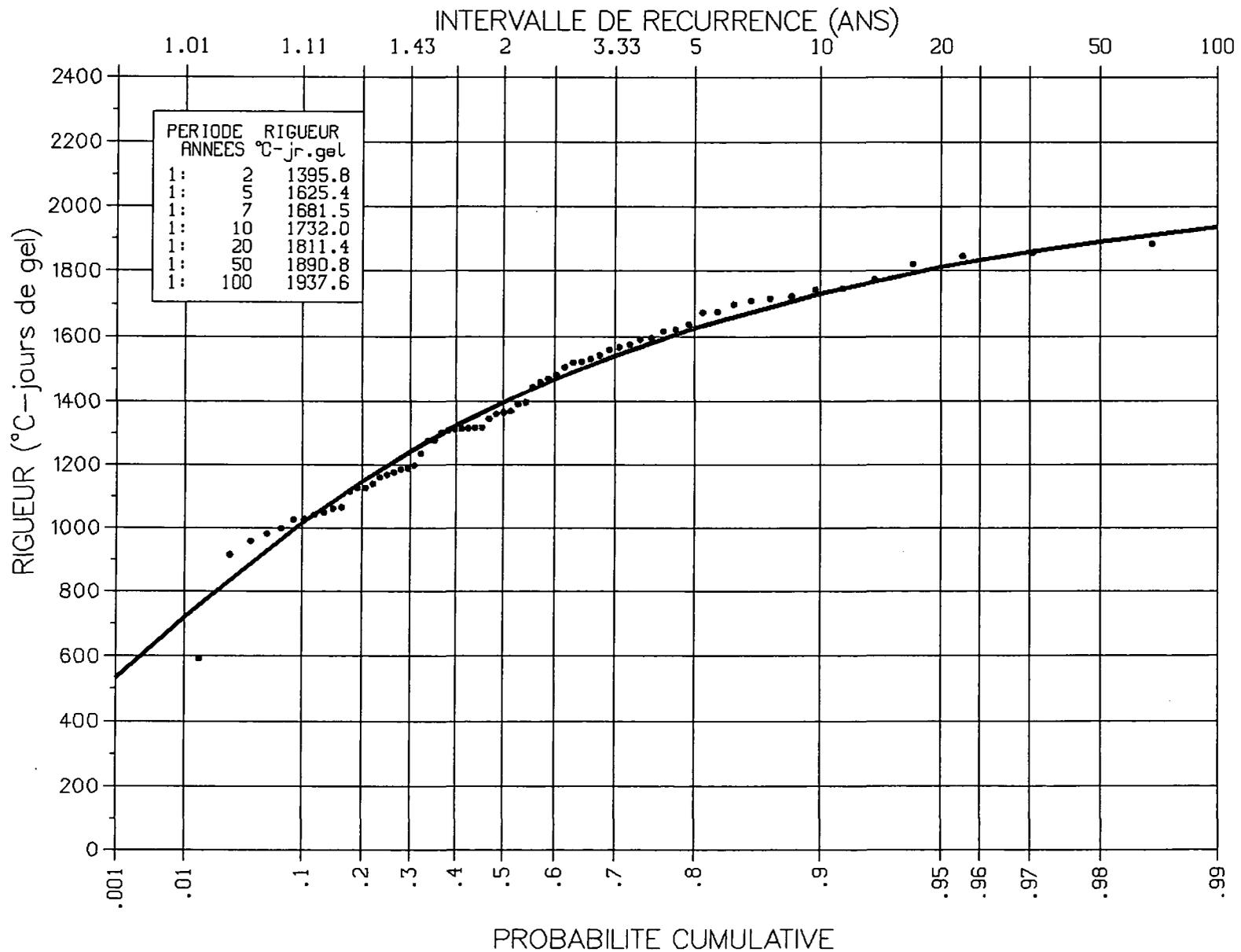


FIGURE 3.4

**ZONE DE L'EMBOUCHURE DE LA ROMAINE
DONNÉES AUX ÉTALES DES MARÉES (16/07 - 20/08, 2005)**

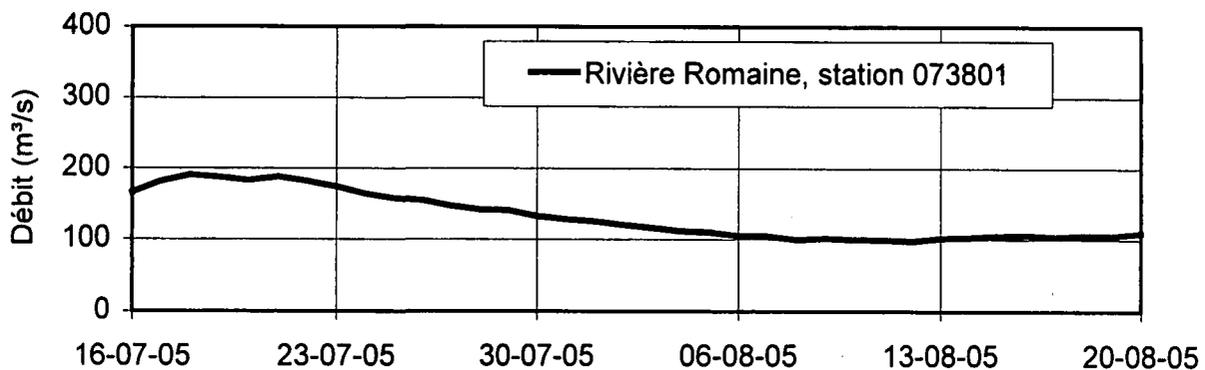
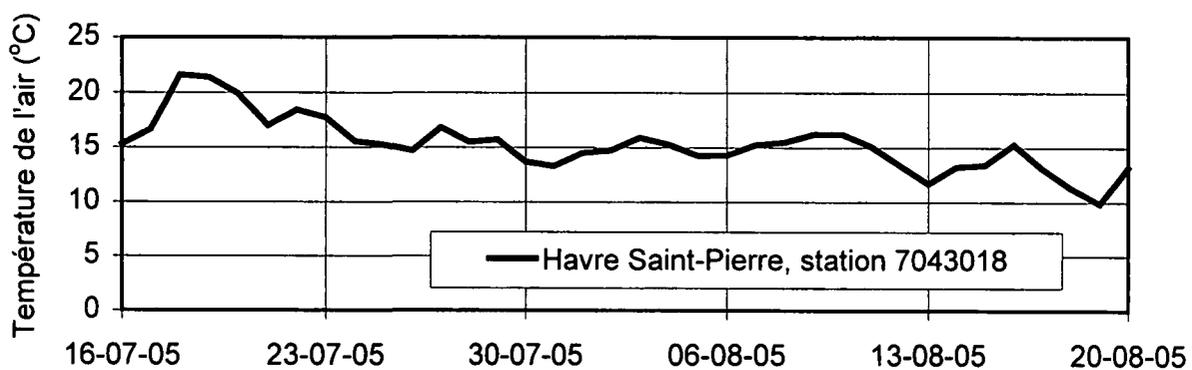
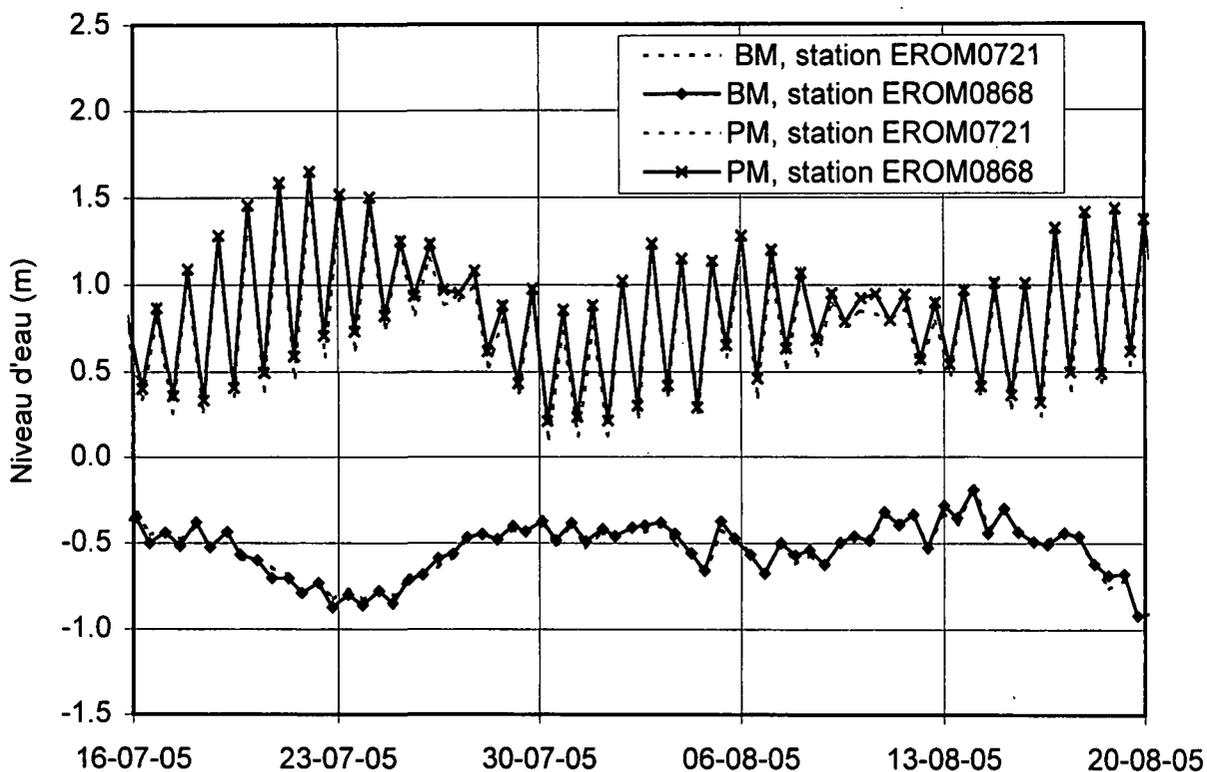
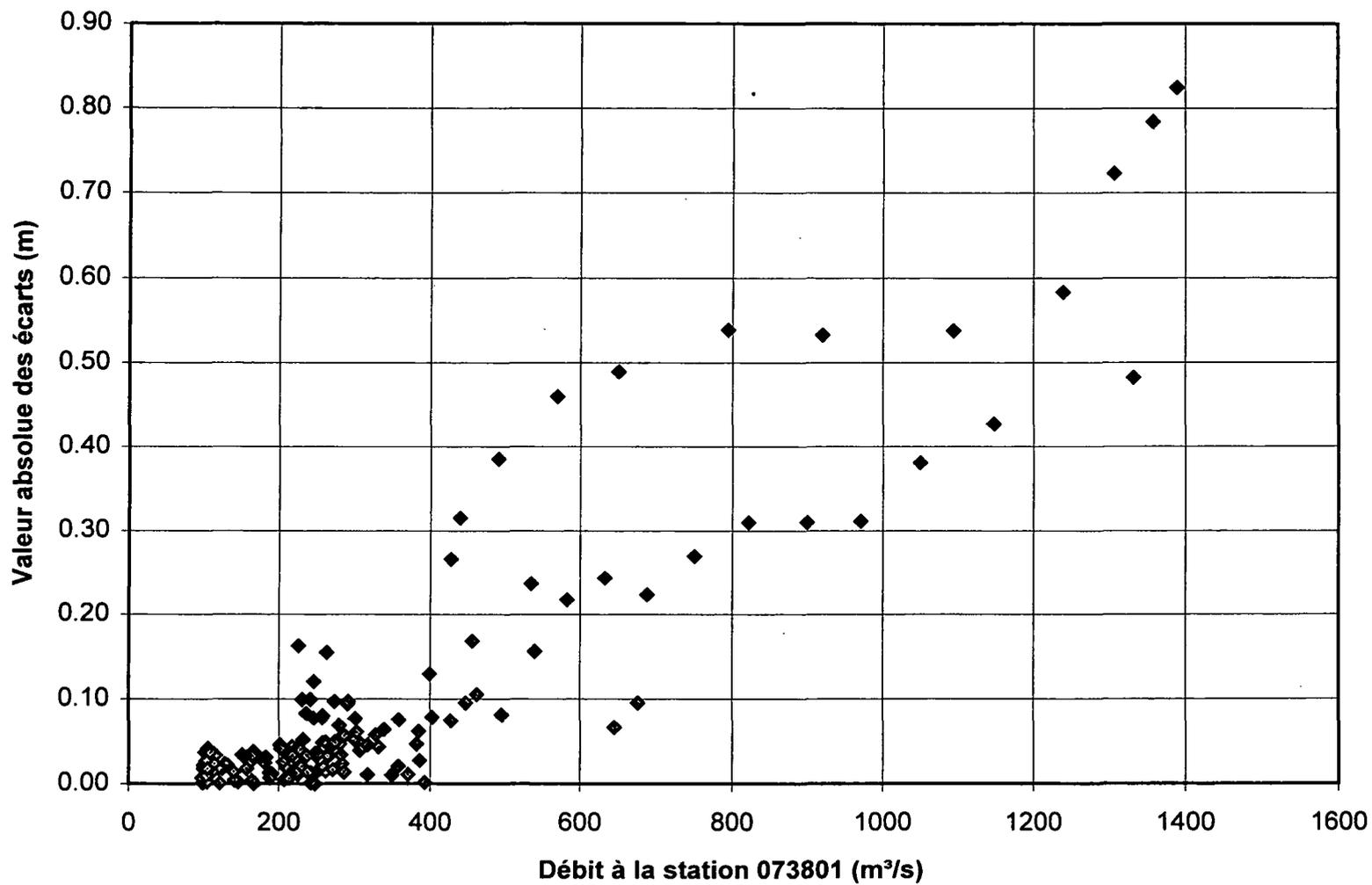


FIGURE 4.1

EROM0721.xls
figures BM-PM EROM0721-0868

RELATION ENTRE LES ÉCARTS DES ÉTALES DES BASSES MERS AUX STATIONS
EROM0721 ET EROM0868 ET LES APPORTS DE LA RIVIÈRE ROMAINE
pour la période allant du 4 juin au 3 novembre 2005



ZONE DE L'EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE ROMAINE
RELATION ÉTALE DE BASSE MER - DÉBIT D'EAU DOUCE
À LA STATION EROM0721

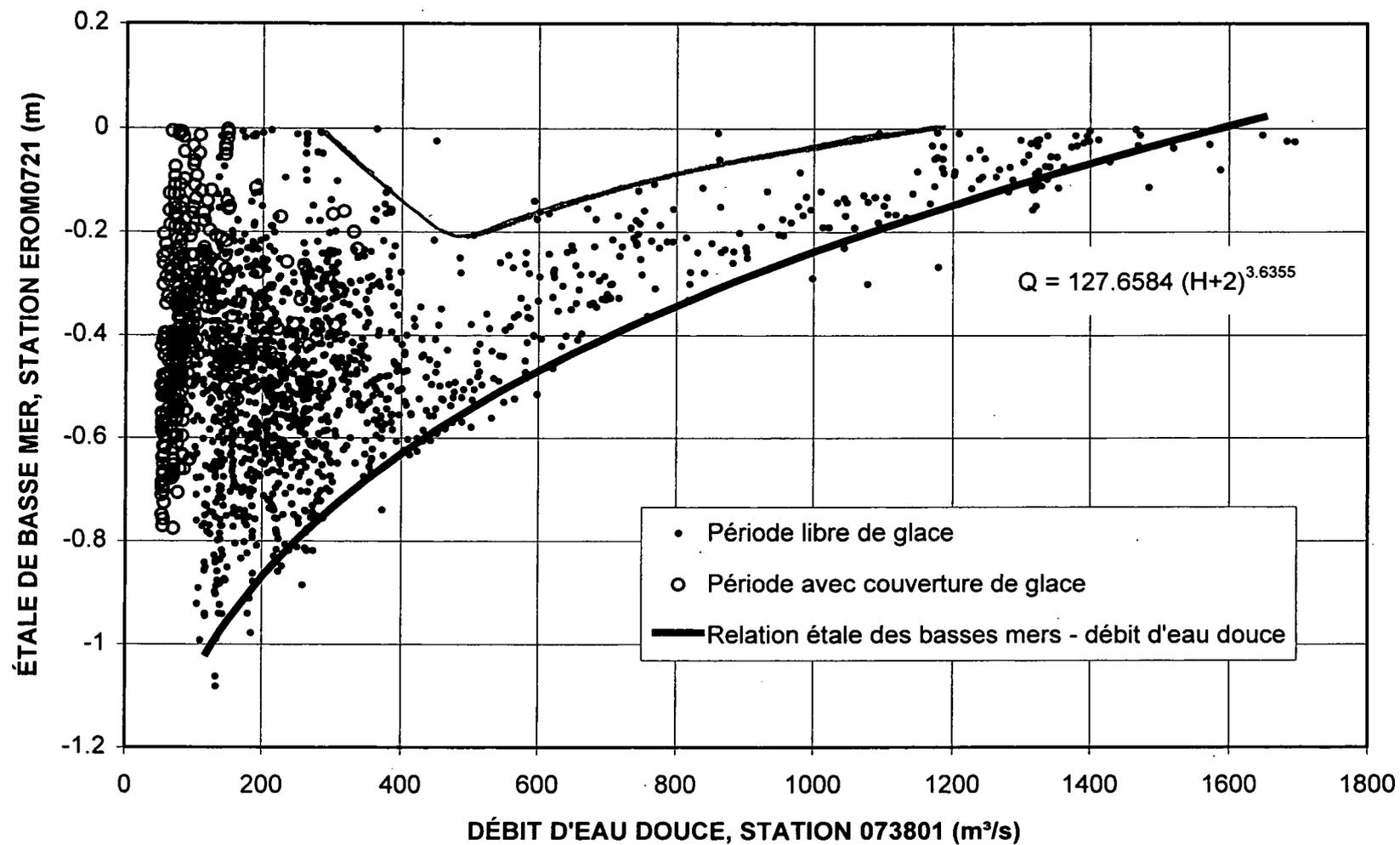


FIGURE 4.3

ZONE DE L'EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE ROMAINE
RELATION ÉTALE DE BASSE MER - DÉBIT D'EAU DOUCE EN HIVER
À LA STATION EROM0721

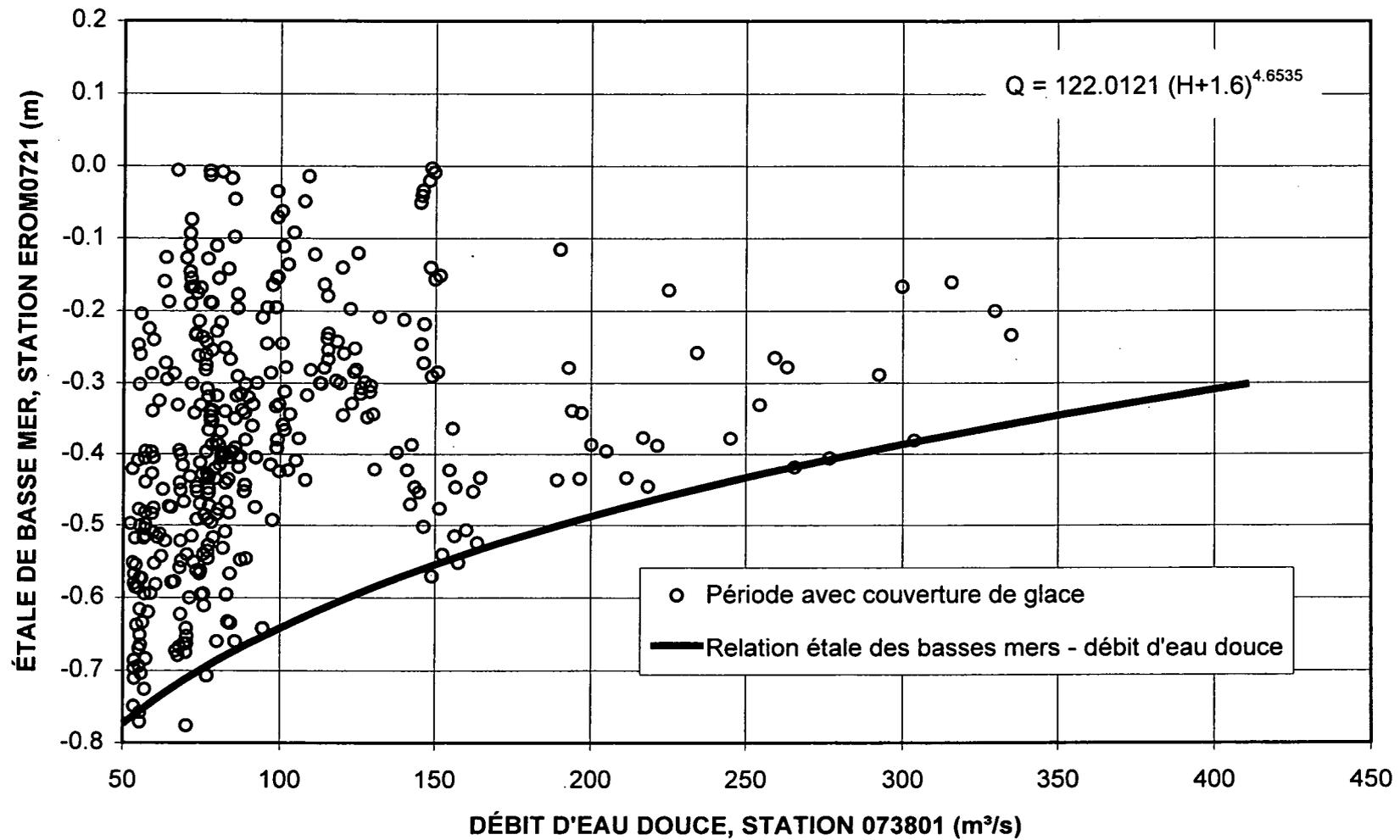


FIGURE 4.3.1

**ZONE DE L'EMBOUCHURE DE LA ROMAINE
DONNÉES AUX ÉTALES DES MARÉES (18/02 - 30/03, 2005)**

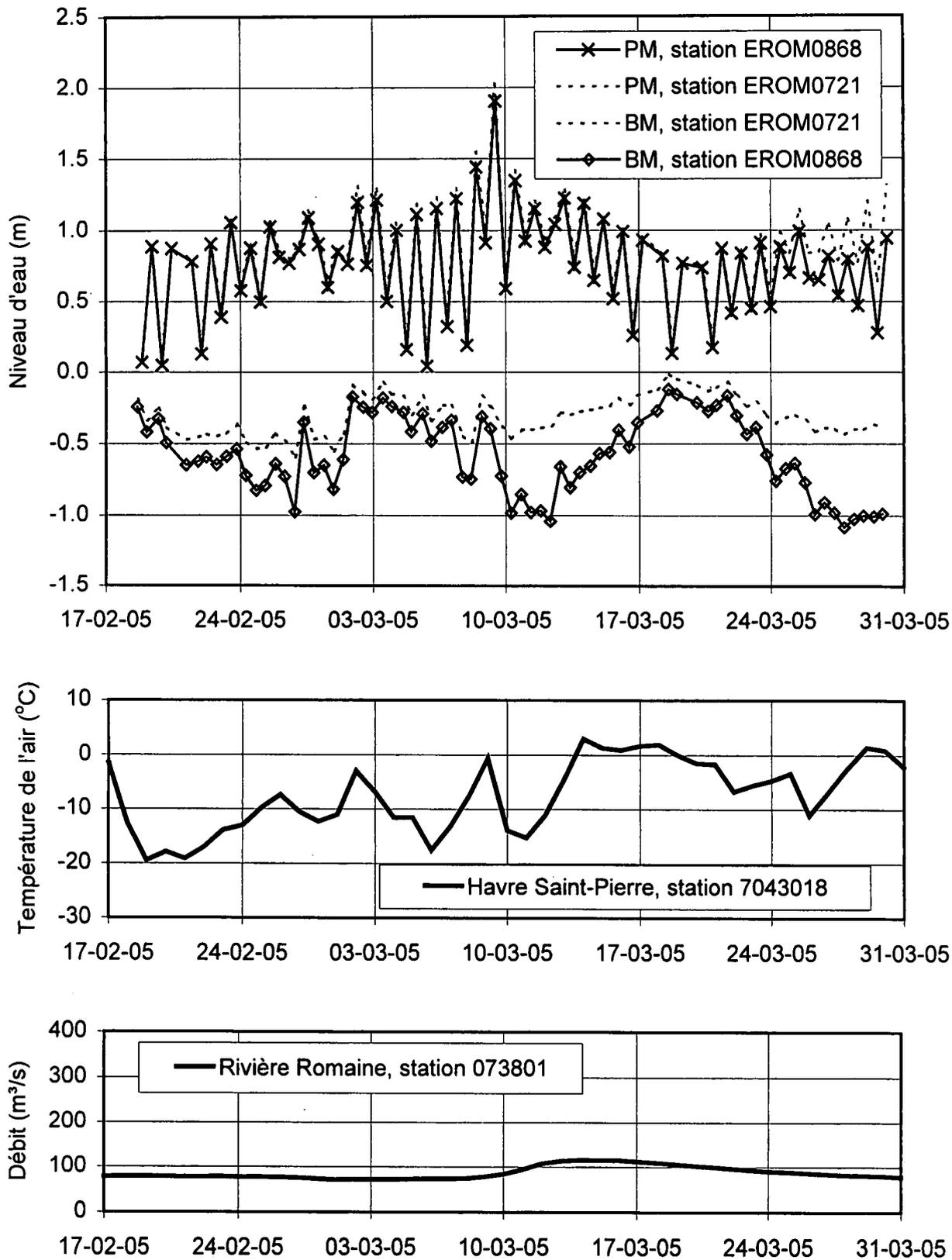
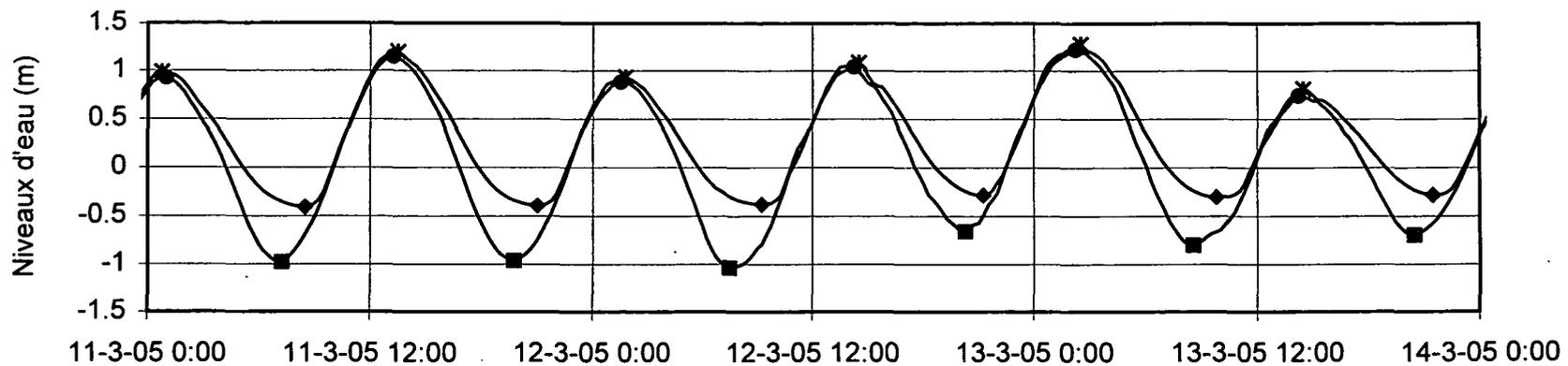


FIGURE 4.4

EROM0721.xls

figures BM-PM EROM0721-0868

**ZONE DE L'EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE ROMAINE,
MARÉE DE VIVE EAU EN HIVER**



**ZONE DE L'EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE ROMAINE,
MARÉE DE VIVE EAU EN ÉTÉ**

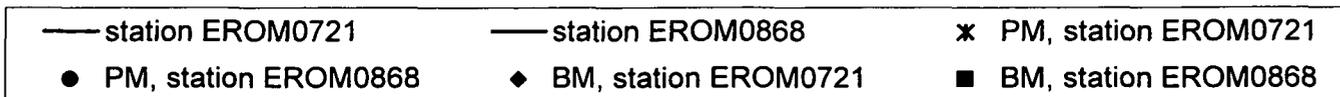
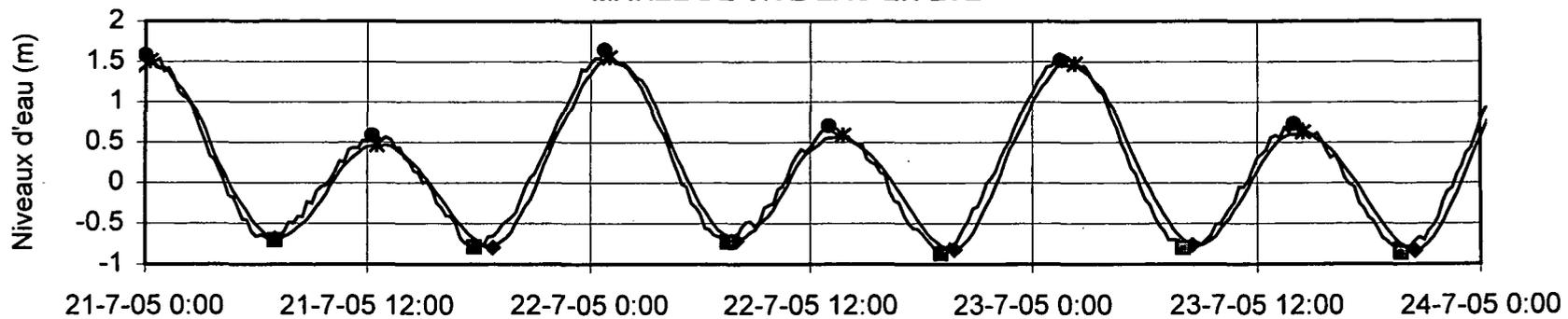


FIGURE 4.5

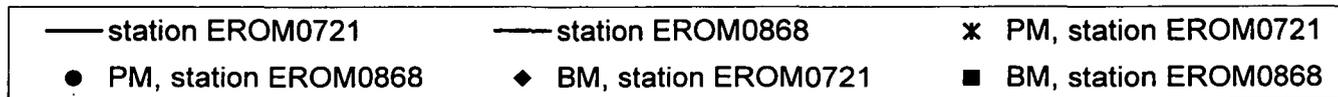
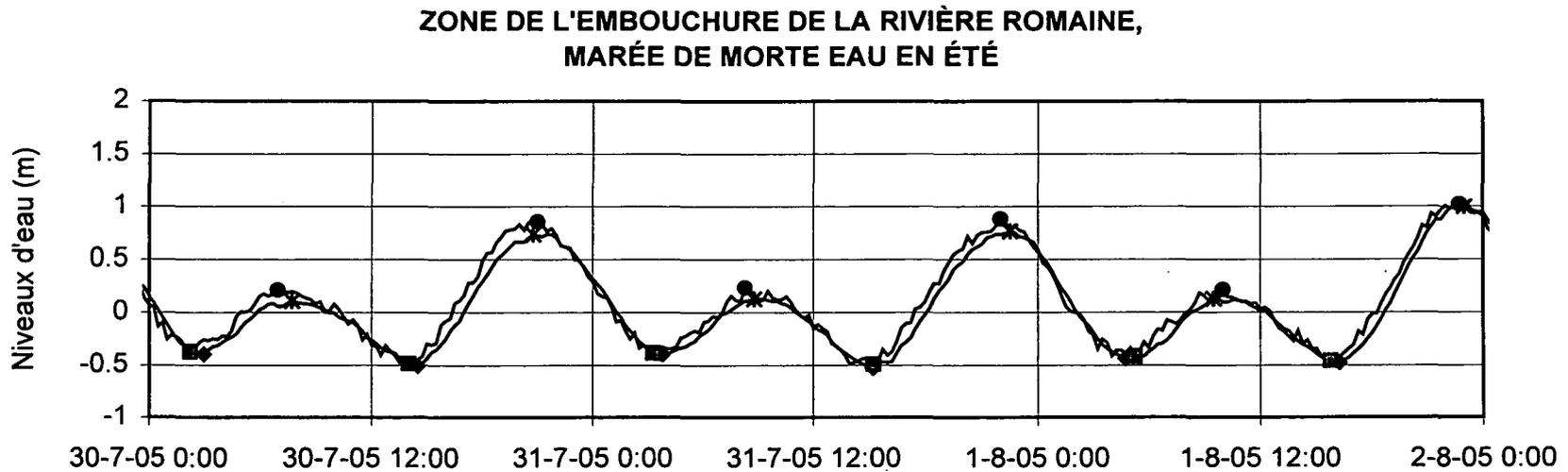
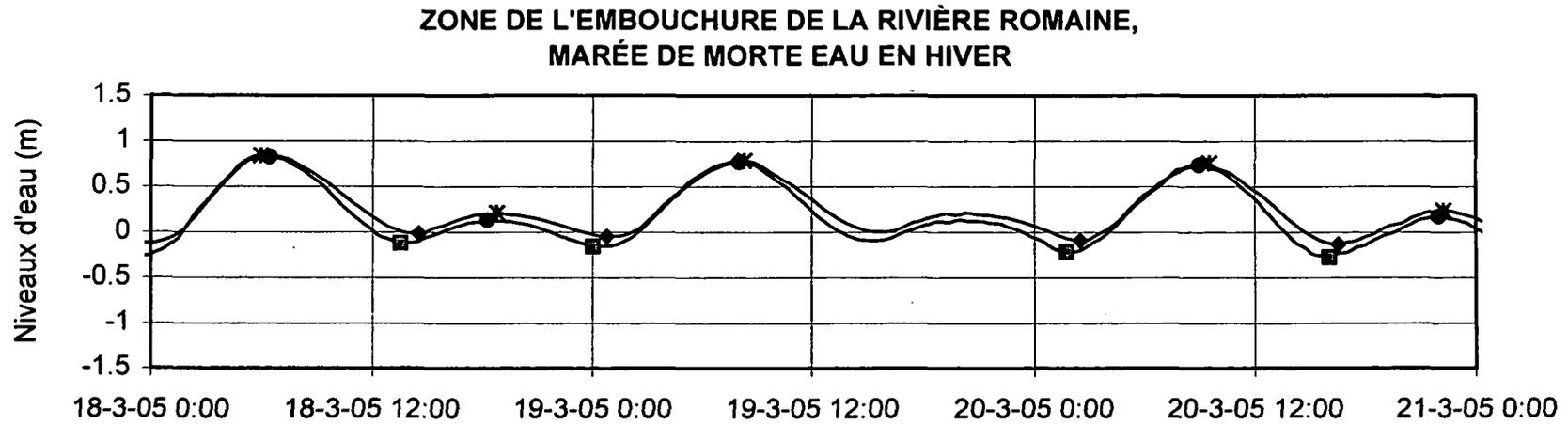


FIGURE 4.6

**ZONE DE L'EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE ROMAINE
COURBE DE FRÉQUENCE DES ÉTALES DE BASSE MER
à la station EROM0721, pour les hivers 2003-04 et 2004-05 (360 valeurs)**

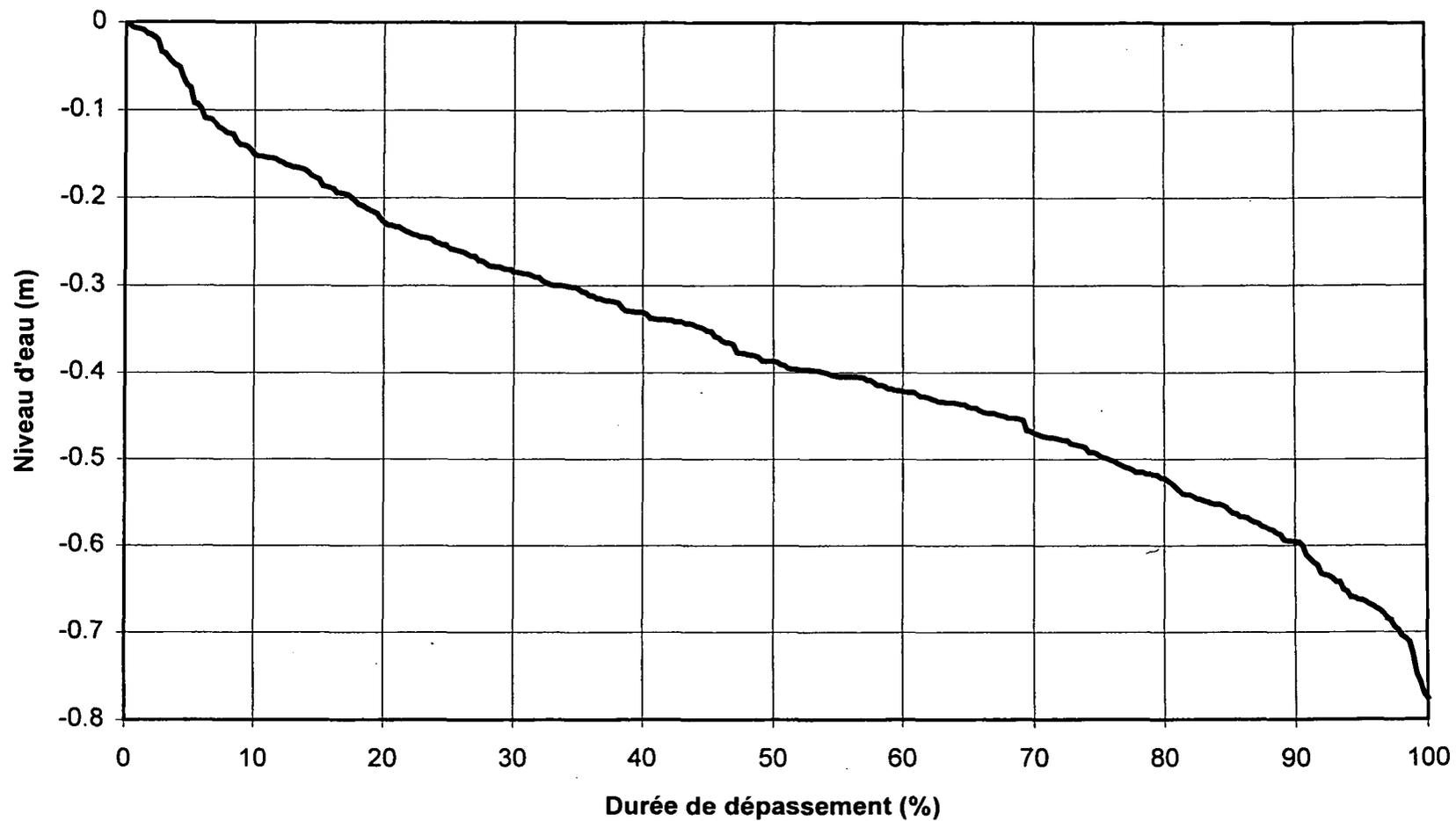


FIGURE 4.7

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100